

Aus der Chirurgischen Klinik und Poliklinik
Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
der Universität Rostock
Direktor: Prof. Dr. Thomas Mittlmeier

**Die Ergebnisse der operativen Versorgung
der akuten AC-Gelenksprengung
mit PDS-Augmentation und Hakenplattenosteosynthese –
eine Matched-Pairs-Studie**

Inauguraldissertation
Zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von
Anica Eschler
aus Dresden

Rostock, 2010

Dekan: Prof. Dr. med. Emil Christian Reisinger

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Georg Gradl
Chirurgische Klinik, Abt. für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie,
Universität Rostock
2. Gutachter: Prof. Dr. med. Wolfram Mittelmeier
Orthopädische Klinik
Universität Rostock
3. Gutachter: Prof. Dr. med. Matthias Schürmann
Chirurgische Klinik, Abt. für Unfallchirurgie und orthopädische Chirurgie
Sana Klinikum Hof GmbH

Verteidigt am: 29. Juni 2011

Meinen Eltern

1	EINLEITUNG	1
2	GRUNDLAGEN	2
2.1	ANATOMISCHE GRUNDLAGEN	2
2.2	UNFALLMECHANISMUS	5
2.3	PATHOLOGIE UND KLASSIFIKATION	6
2.4	INZIDENZ	9
2.5	KLINISCHES ERSCHEINUNGSBILD	9
2.6	DIAGNOSTIK	10
2.7	THERAPIE	14
2.7.1	Konservative Therapie	14
2.7.2	Operative Therapie	15
2.8	PROGNOSE UND KOMPLIKATIONEN	22
3	FRAGESTELLUNG	24
4	MATERIAL UND METHODIK	25
4.1	PATIENTENKOLLEKTIV	26
4.1.1	Einschlusskriterien	26
4.1.2	Matchkriterien	27
4.2	RADIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG	27
4.3	FUNKTIONELLE UNTERSUCHUNG	28
4.3.1	Manuelle Untersuchung	28
4.3.2	Fragebogen	29
4.3.3	Scores	30
4.4	OPERATIONSTECHNIK	32
4.5	STATISTISCHE ANALYSE	34
5	ERGEBNISSE	35
5.1	PATIENTENKOLLEKTIV	35
5.2	RADIOLOGISCHES ERGEBNIS	39
5.2.1	Korakoklavikuläre Distanz.....	39
5.2.2	Akromioklavikuläre Distanz	43
5.2.2	Akromioklavikulär Pathologien	43
5.3	FUNKTIONELLES ERGEBNIS	45
5.3.1	Beweglichkeit und Kraft	45
5.3.2	Schmerz	50
5.3.3	Scores	51
5.3.4	Patientenzufriedenheit	53
5.4	KOMPLIKATIONEN	57
6	THESEN	58

7	DISKUSION	60
7.1	METHODIK	62
7.2	RADIOLOGISCHES ERGEBNIS	65
7.3	FUNKTIONELLES ERGEBNIS	68
7.4	KOMPLIKATIONEN	71
7.5	SCHLUSSFOLGERUNG	72
8	ZUSAMMENFASSUNG	74
	LITERATURVERZEICHNIS	75
	DANKSAGUNG	81
	LEBENS LAUF	82
	ANHANG 1	
	ETHIKANTRAG	84
	ANHANG 2	
	PATIENTENINFORMATION	89
	ANHANG 3	
	PATIENTENEINWILLIGUNG	91
	ANHANG 4	
	UNTERSUCHUNGSBOGEN	92
	ANHANG 5	
	ANAMNESEBOGEN	96
	ANHANG 6	
	BEWERTUNGSSCORE NACH CONSTANT UND MURLEY	98
	ANHANG 7	
	BEWERTUNGSSCORE NACH DASH	99
	ANHANG 8	
	BEWERTUNGSSCORE NACH TAFT ET AL.	101
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	I
	TABELLENVERZEICHNIS	III
	ERKLÄRUNG	IV

1 Einleitung

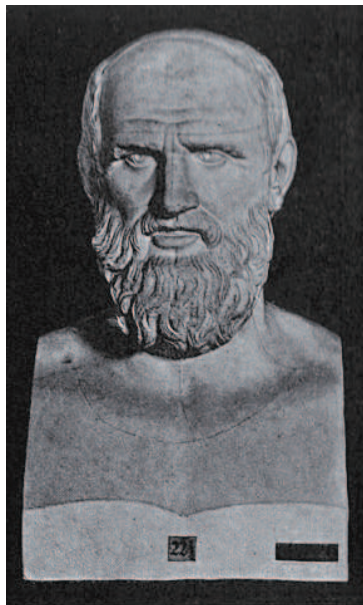


Abbildung 1: Hippokrates

Erstmals beschrieb Hippokrates (460 – 377 v. Chr.) die Schulterergelenksverletzung und verwies auf die schwierige Diagnosestellung und „Gefahr der Täuschung des Ärztekollegiums durch die Verwechslung mit den ähnlich erscheinenden Deformierungen bei Luxationen der Schulter“¹. Er empfahl die Therapie mit redressierenden Verbänden aus Kompressen und Wachsplatten, die das vorspringende Schlüsselbein herabdrücken und den am Körper fixierten Arm anheben sollten. Somit konnte zwar keine dauerhafte sichere Retention erreicht, aber der Verletzungsschmerz schnell beseitigt und ein gutes funktionelles Ergebnis erzielt werden.^{1,2}

Der Grieche Galen (129 – 199 n. Chr.), der sich beim Ringen in der Palestra eine Schulterergelenksprengung zuzog, befolgte zunächst Hippokrates Empfehlung, empfand einen derartigen Verband aber als zu lästig und entfernte ihn bereits nach wenigen Tagen, um weiter seinem Kampfsport zu frönen.³

Seit diesen ersten Beschreibungen hat die AC-Gelenksprengung an Bedeutung gewonnen. Gesellschaftliches Leben und Freizeitaktivitäten haben an Rasanzen zugenommen, ebenso wie der Anspruch an technische Professionalität im Sport- und Freizeitbereich, der mit einem erhöhten Verletzungsrisiko einhergeht. Umso zutreffender ist, dass die ersten in der Literatur beschriebenen Fälle Verletzungen beim Sport sind. Erstaunlicherweise ist sogar die Therapie im Wesentlichen unverändert. Geringgradige Verletzungen werden konservativ nach wie vor mit redressierenden Verbänden behandelt, bei den schwerwiegenden dominiert die operative Therapie, bei der allerdings bis dato noch kein einheitliches Therapie-regime etabliert ist.

Unter den operativen Verfahren haben sich die Stabilisierung des Schulterergelenkes mit einer Hakenplatte und die Zuggurtungsosteosynthese mit resorbierbarem Nahtmaterial als besonders Erfolg versprechend etablieren können.⁴ Im Rahmen dieser Studie sollen beide Operationstechniken gegenübergestellt werden.

2 Grundlagen

2.1 Anatomische Grundlagen

Topographische Anatomie

Anatomisch betrachtet ist das Schulterergelenk, die *Articulatio acromioclavicularis*, eine plane Diarthrose. Das laterale Ende der Klavikula artikuliert mit dem medialen Teil des *Processus acromialis* der Skapula. Durch das Vorhandensein einer Gelenkkapsel mit Bandapparat und eines Gelenkspalts, der mit einer Synovialmembran ausgekleidet ist, liegt ein echtes Gelenk vor.

Ein Diskus aus Faserknorpel teilt das Gelenk unvollständig in zwei miteinander kommunizierende Kammern. Dieser kann hinsichtlich Form und Aufbau sehr variabel gestaltet sein und wird nach de Palma⁵ in einen vollständigen und einen meniskoiden Diskus eingeteilt. Gewöhnlich nimmt dieser den Raum von der kranialen Hälfte der Kapselwand bis zur Mitte des Gelenkspalts ein.⁶ Die Aufgabe der Diski besteht darin, die unterschiedlich geformten Gelenkflächen - die annähernd plane, eiförmige *Facies articularis clavicularae* und die elliptische, leicht konkave *Facies articularis acromii* - auszugleichen.^{4,7-8} Mit zunehmendem Alter kommt es zu degenerativen Veränderungen des Diskus bis hin zu einer funktionellen Unwirksamkeit ab dem vierten Dezennium.^{9,10} In bis zu zwei Dritteln der Fälle fehlt der Diskus komplett.¹¹

Die durchschnittliche Oberfläche des Akromioklavikulargelenkes beträgt 9 mm x 19 mm.¹² Bei Draufsicht variiert der Winkel der Gelenkflächen zwischen einer fast vertikalen Lage bis zu einem flächenmäßigen Übertagen der akromialen durch die klavikuläre Gelenkfläche um 50 %.¹³ Die hohe Variabilität des Gelenkes ist Folge der Entstehung aus zwei verschiedenen Skelettteilen: Die Skapula ossifiziert enchondral (als Teil des primären, endoskelettalen Schultergürtels), die Klavikula desmal (als Teil des sekundären, exoskelettalen Schultergürtels). Der hyaline Knorpel der Skapula wird ab der zweiten Lebensdekade, der der Klavikula schon pränatal durch Faserknorpel ersetzt.⁸

Der radiologisch messbare Gelenkspalt beträgt in der Regel 1 - 3 mm.¹⁴ Im Allgemeinen ist er bei Männern etwas breiter als bei Frauen.¹⁵ Ab der sechsten Lebensdekade verringert sich die Gelenkspaltweite. Petersson und Redlund-Johnell¹⁵ betrachten eine Weite von 0,5 mm in diesem Alter als nicht pathologisch.

Skapula und Klavikula sind durch feste, in die Kapsel integrierte Bandstrukturen miteinander verbunden.¹⁶ Die schwach ausgebildete Kapsel des AC-Gelenkes wird durch die akromioklavikulären Bänder, *Ligamentum acromioclaviculare superior* und *inferior* verstärkt. Das

Ligamentum acromioclaviculare superior, das kräftigere der beiden, wird in seiner Funktion zusätzlich durch Fasern der an Klavikula und Akromion inserierenden Aponeurosen des Musculus trapezius und des Musculus deltoideus verstärkt .

Die kräftigsten Bandverbindungen sind die korakoklavikulären Bänder, bestehend aus dem lateroventral gelegenen Pars trapezoidea und dem mediodorsal gelegenen Pars conoideum (Abbildung 2).¹⁷ Die Bänder sind eine Besonderheit des lateralen Schultergelenkes, denn sie verlaufen völlig getrennt vom Gelenk.¹⁸ Die Pars trapezoidea ist von viereckiger Form und fast sagittal eingestellt, sie entspringt an der Unterseite der Klavikula an der Tuberositas trapezoidea und inseriert in das Korakoid an der Innenseite seines horizontalen Teils. Die Pars conoidea hingegen ist frontal gestellt und verläuft vom Tuberkulum conoideum an der Unterseite des Schlüsselbeins zum Processus coracoideus.

Der Abstand zwischen Schlüsselbeinunterkante und Oberkante des Rabenschnabelfortsatzes beträgt nach Bosworth etwa 13 mm.¹⁹

Desweiteren ist das Ligamentum coracoacromiale erwähnenswert. Es zieht vom Korakoid zum Akromion, hat aber keinen Einfluss auf die Stabilität im Schultergelenk.

Die Gelenkkapsel wird von Ästen der Nervi axillaris, suprascapularis et pectoralis lateralis innerviert. Die Blutversorgung erfolgt über Äste der Arteriae suprascapularis et thoracoacromialis.

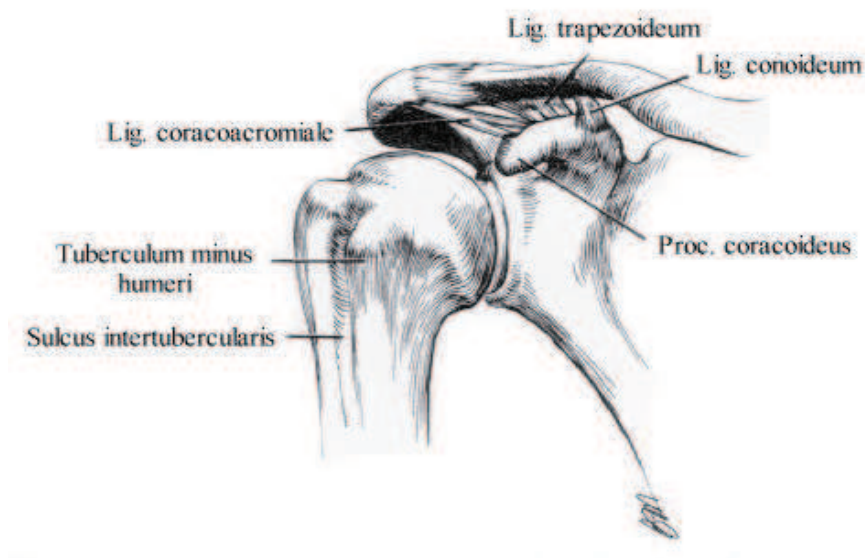


Abbildung 2: Anatomie des Akromioklavikulargelenkes
Die Abbildung ist entnommen aus: Rockwood CA, Green DP (eds.).
Fractures in adults, 2. Aufl., Lippincott, Philadelphia (1984).

Funktionelle Anatomie und Biomechanik

Das Schultergelenk erreicht seine außerordentliche Beweglichkeit durch die Vielfalt von Gelenkverbindungen, aus denen es besteht: das Skapulohumeralgelenk, die beiden Schlüsselbeingelenke sowie die subakromiodeltoideale und skapulothorakale Gleitschicht. Bei physiologischen Bewegungsabläufen sind isolierte Bewegungen in den Einzelgelenken nicht möglich. Als Teil dieses Gefüges gewährleistet das Akromioklavikulargelenk mit seinen kapsulären und korakoklavikulären Bandstrukturen die funktionelle Integrität des Schultergürtel-Arm-Komplexes. Es gehört zu den am häufigsten bewegten Gelenken im menschlichen Körper.²⁰

In Kadaverstudien zeigte Urist²¹, dass die laterale Klavikula bei Durchtrennung der akromioklavikulären Bandstrukturen nach anterior und posterior luxiert. Erst nach Durchtrennung der korakoklavikulären Bänder kommt eine vertikale Dislokation hinzu. Die korakoklavikulären Bänder sichern also im Wesentlichen die vertikale Stabilität, wobei der Pars conoideum vor allem die Dislokation nach vorn oben limitiert, der Pars trapezoideum hingegen erst nach axialer Druckbelastung in Richtung Akromion vor Translation oder Distraction in Horizontal- oder Vertikalebene schützt. Die Hauptfunktion des Pars trapezoideum besteht wohl darin, den Kompressionskräften im AC-Gelenk entgegenzuwirken.¹⁶

Die horizontale Stabilität resultiert vor allem aus der Integrität der Gelenkkapsel mit dem Ligamentum acromioclaviculare und der Deltoidotrapezoidfaszie. Bei einem Sturz kommt es durch die hohe Beweglichkeit und des Aneinandervorbeigleitens von Klavikula und Akromion weniger zu knöchernen Verletzungen als zu Bandzerreißen.²²

Rockwood und Young¹³ sehen eine weitere wichtige Funktion der korakoklavikulären Bänder in der Aufhängung der oberen Extremität (wie die Triebwerke eines Flugzeuges unter dem Flügel), wobei die sternoklavikulären Bänder ein Absinken der lateralen Klavikula verhindern (vergleichbar mit dem Rumpf eines Flugzeuges für die Flügel).

Funktionell entspricht das Gelenk einem Kugelgelenk, welches allerdings durch die Nachbarschaft des Brustkorbes und die kräftigen Bandstrukturen in seiner Bewegung eingeschränkt ist.¹⁶ Die Bewegungen der oberen Extremität sind so uneingeschränkt, dass es schwer ist, die geringfügige Bewegung, die das Akromion über die Klavikel macht, zu erfassen. Folglich werden die Bewegungsausmaße des Schultereckgelenkes in der Literatur recht kontrovers diskutiert. So konnte Bosworth¹² in fluoroskopischen Untersuchungen von 1000 Schultern keine Bewegung im AC-Gelenk feststellen. Inman et al.²³ zeigten, dass die Klavikula bei voller Elevation bis zu 50 Grad längs ihrer Achse rotiert. Die Bewegung der Skapula wurde hier außer acht gelassen. Weiterhin konnten sie interessanterweise zeigen, dass bei den ersten 30 Grad Schulterabduktion und dann erst wieder ab 135 Grad Abduktion bzw. Elevation Bewegungen im Schultereckgelenk stattfinden. Rockwood¹³ stellte eine

Beweglichkeit von fünf bis acht Grad fest und schlussfolgerte daraus, dass eine Arthrodesen keine relevante Bewegungslimitierung zur Folge haben kann. Auch Voigt et al.²² ist der Ansicht, dass bei Elevation und Abduktion nur geringe Bewegungen auftreten. Bei Bewegung über 90 Grad käme es aber zu Rotations- und Kippbewegungen der Skapula.

Zweifelsfrei ist, dass keine Abduktion oder Elevation über Kopf ohne die Kombination von glenohumeraler und skapulothorakaler Bewegung möglich ist. Die korakoklavikulären Bandverbindungen, die bei Bewegung der Klavikula die skapuläre Rotation am Thorax vermitteln, sind dafür unabdingbar.

2.2 Unfallmechanismus

Ursache der Schultergelenksprengung ist zumeist eine direkte Gewalteinwirkung durch Sturz auf die Schulter bei adduziertem Arm (Abbildung 3).²⁴⁻²⁶ Dabei wird das Akromion nach kaudal und medial gedrückt. Je nach Größe der Krafteinwirkung kommt es zu einer Distorsion oder Luxation mit Ruptur der akromioklavikulären und korakoklavikulären Bänder. Die sternoklavikulären Bänder verhindern eine ausgleichende Bewegung der Klavikula nach kaudal.¹³

Bei Fällen der AC-Gelenksprengung mit Dislokation der Klavikula unter das Korakoid soll eine direkte Krafteinwirkung auf die Oberfläche des Klavikels bei abduziertem Arm mit Retraction der Skapula ursächlich sein.²⁷

Indirekte Gewalt durch Sturz auf den ausgestreckten Arm ist seltener Ursache. Hier wird die Kraft von der Hand über den Arm und Humeruskopf in das Akromion übertragen. Ebenfalls selten ist ein indirekter Mechanismus durch Zug an der oberen Extremität.¹⁷

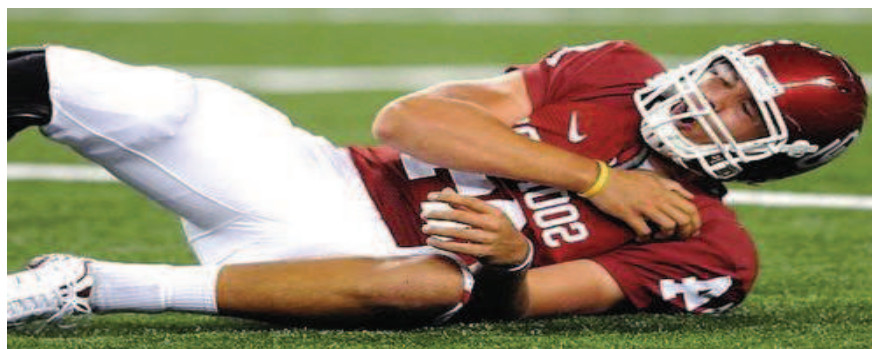


Abbildung 3: Typischer Verletzungsmechanismus mit Sturz auf die Schulter bei adduziertem Arm

2.3 Pathologie und Klassifikation

Allgemein treten Beschwerden im Akromioklavikulargelenk in Form frischer Verletzungen, als Verletzungsfolge oder im Rahmen primär degenerativer Erkrankungen auf.

Im Falle eines akuten Geschehens führt eine direkte milde Krafteinwirkung zu Zerrung oder Ruptur der akromioklavikulären Bänder mit Subluxation im Gelenk. Mit steigender Krafteinwirkung kommt es zusätzlich zur Zerrung der korakoklavikulären Bänder, schließlich zur Ruptur dieser und Abriss der deltotrapezoidalen Faszie von der Klavikula. Folge ist die komplette Luxation. An diesem Punkt kommt es zum Verlust der unterstützenden Funktion der Klavikula für die obere Extremität und somit zum Heruntersacken von Schulter und Arm mit sichtbarer Deformität im Schulterbereich.¹³

Diese Schädigung anatomischer Strukturen ist Grundlage der derzeit gängigen Klassifikationen nach Tossy und nach Rockwood, welche im Folgenden und in Abbildung 4 dargestellt sind.

Tossy et al.²⁸ teilten die Verletzung in drei Schweregrade ein:

- Typ I: Zerrung der akromioklavikulären Bänder ohne wesentliche Kapsel-Band-Läsion und ohne resultierende Instabilität für das AC-Gelenk
- Typ II: **Inkomplette AC-Gelenksprengung** bzw. **Subluxation** mit Ruptur der akromioklavikulären Bänder bei intakten, aber gezerzten korakoklavikulären Bändern
- Typ III: **Luxation** mit Ruptur der akromioklavikulären und korakoklavikulären Bänder

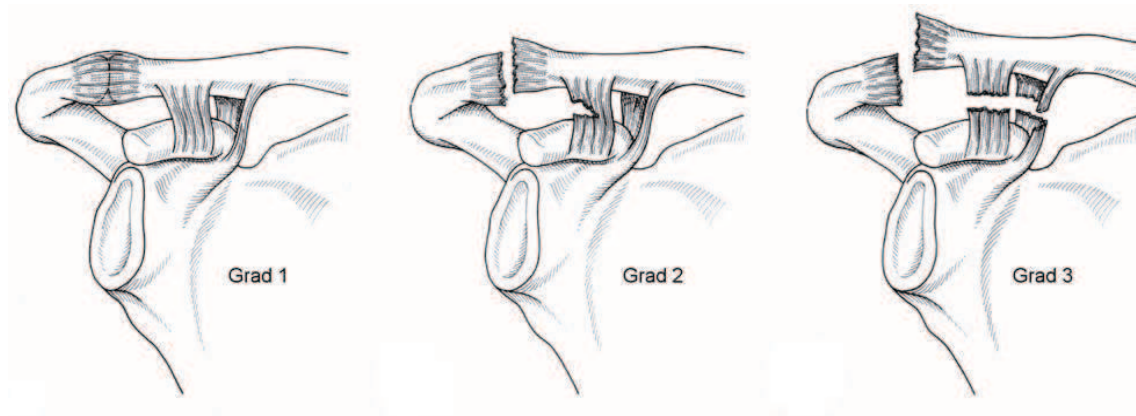


Abbildung 4: Klassifikation der akuten AC-Gelenksprengung nach Tossy
Die Abbildung ist entnommen aus: Durst J, Arnold H. Chirurgische Operationslehre: In einem Band. 2. Aufl., Schattauer, Stuttgart (1984).

Rockwood und Young²⁹ erweiterten diese Einteilung um drei Schweregrade (Abbildung 5). Die Einbeziehung von Mitverletzungen der Muskelansätze und der selteneren posterioren und inferioren Luxationen ermöglicht eine verbesserte Prognoseabschätzung und Therapieentscheidung.

Die Verletzungen vom Typ Rockwood I/II entsprechen den Verletzungen vom Typ Tossy I/II. Die unter Tossy III subsumierten Verletzungen entsprechen Rockwood III- und V-Läsionen. Zusätzlich wird eine Luxation der Klavikula nach dorsal (Rockwood IV) und eine Luxation des lateralen Klavikulaendes nach subakromial oder subkorakoidal (Rockwood VI) beschrieben. Das radiologische Korrelat einer Rockwood V-Verletzung ist in Abbildung 6 dargestellt.

Rockwood I/II: entsprechen Typ Tossy I/II-Verletzungen

Rockwood III: **Luxation** mit Ruptur der akromioklavikulären und korakoklavikulären Bänder und Vergrößerung des korakoklavikulären Abstands **um 25 – 100 %**; Mm. deltoideus et trapezius sind gewöhnlich vom lateralen Ende der Klavikula getrennt

Rockwood IV: Kapsel-Band-Läsion entsprechend Typ III mit zusätzlicher Dislokation der Klavikula nach dorsal in oder sogar durch die Trapeziusmuskulatur; zur vertikalen Instabilität resultiert eine deutliche horizontale Instabilität

Rockwood V: **Luxation** mit Ruptur der akromioklavikulären und korakoklavikulären Bänder und kompletter Lösung der Muskelansätze der Mm. deltoideus et trapezius mit hochgradigem Hochstand der Klavikula; der korakoklavikuläre Abstand ist **um 100 – 300 %** vergrößert

Rockwood VI: Luxation im AC-Gelenk mit Dislokation des lateralen Klavikulaendes unter das Akromion bzw. unter den Processus coracoideus; die akromioklavikulären Bänder sind rupturiert bei möglicherweise intakten korakoklavikulären Bändern sowie Muskelansätzen

Weiterhin beschreiben Rockwood und Young²⁹ eine Sonderform der Typ III-Verletzung, die besonders bei Kindern auftritt: Es kommt zu einer Pseudodislokation des Akromioklavikargelenkes, wobei die korakoklavikulären Bänder intakt im Periost der Klavikula verbleiben, während die Klavikula aus dem längs gerissenen Periostschlauch gelöst wird und disloziert.

Eine Variation der Ruptur der korakoklavikulären Bänder kann die Korakoidfraktur sein.

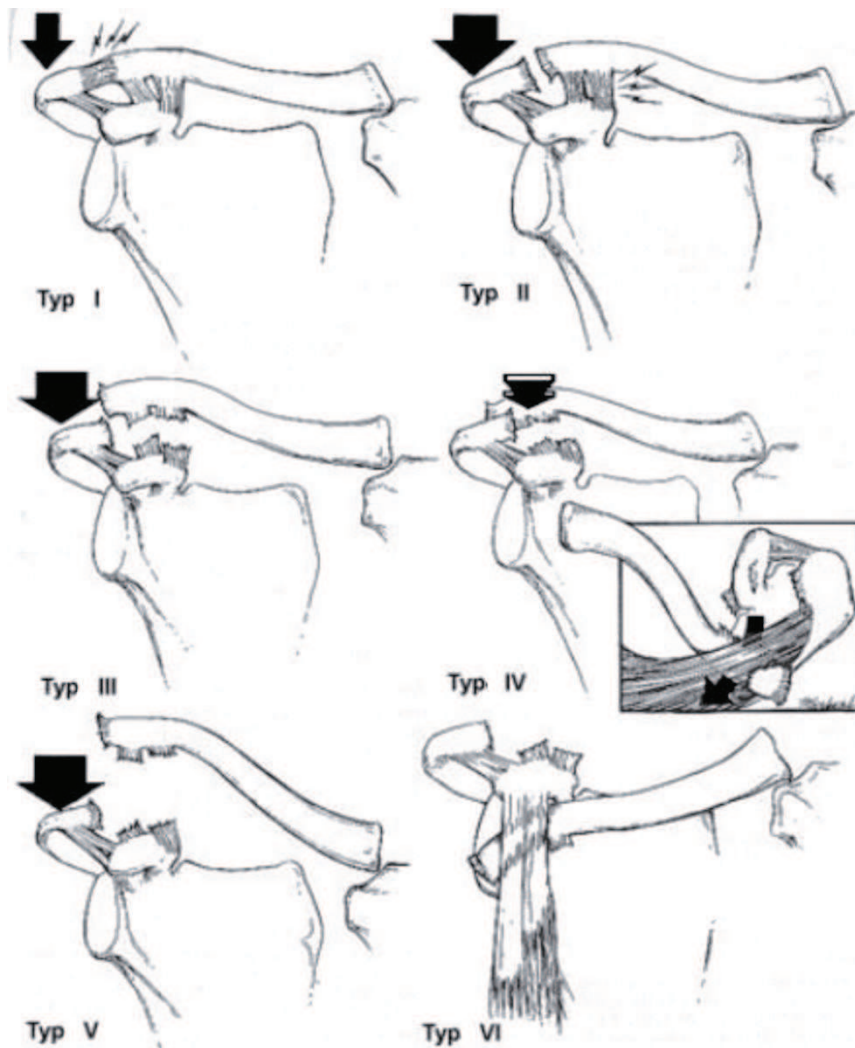


Abbildung 5: Klassifikation der akuten AC-Gelenksprengung nach Rockwood
Die Abbildung ist modifiziert nach dem Originallehrbuch: Rockwood CA, Green DP. Fractures in adults, 2. Aufl., Lippincott, Philadelphia (1984), S. 483-553.



Abbildung 6: AC-Gelenksprengung links (Typ Rockwood V). Hochstand der Klavikula und Vergrößerung des korakoklavikulären Abstandes um $> 100\%$ im Vergleich zur Gegenseite. Panoramaaufnahme beider Schultern im anteroposterioren (a.p.) Strahlengang, Patient steht.

2.4 Inzidenz

Häufigste Ursachen der Verletzung des Schultergelenkes sind Sport und Freizeitunfälle.^{3,6,13,17,25,30-33} Folglich sind vor allem junge, athletische Menschen betroffen.³⁰ Typischerweise treten Verletzungen beim Sturz vom Fahrrad, vom Pferd, bei Kontaktsportarten wie Eishockey, Rugby oder Handball, auch bei Wintersportarten wie Skifahren, Snowboarden und Eislaufen, oder bei Radsportarten wie Mountainbiking oder Motorradfahren auf.^{6,17,34} In der Häufigkeit folgen Verkehrsunfälle, vor allem Zweiradunfälle und an dritter Stelle Arbeitsunfälle.^{7,33} Männer sind wesentlich häufiger betroffen (Verhältnis Männer zu Frauen = 5 - 10 : 1). Inkomplette Dislokationen treten häufiger auf als komplette Dislokationen (2 : 1).³⁵ Schultergelenksprengungen gehören mit 10 % zu den zweithäufigsten Verletzungen des Schultergürtels.³

2.5 Klinisches Erscheinungsbild

Das klinische Bild der Schultergelenksprengung kann stark variieren; von einem geschwollenen Schultergelenk ohne Dislokation bis hin zu einem offensichtlich dislozierten schmerzhaften Gelenk mit beträchtlicher Bewegungseinschränkung.²⁸

Mit steigendem Dislokationsgrad verändert sich das klinische Bild und wird von Rockwood und Young¹³ wie folgt beschrieben:

- Rockwood I: leichte Schwellung über dem AC-Gelenk ohne palpable Dislokation; nur minimale Schmerzen bei Bewegung des Armes
- Rockwood II: moderate Schwellung und Schmerzen mit Schmerzverstärkung bei Bewegung;
bei noch frischer Verletzung ist eventuell eine AC-Gelenkstufe tastbar, das Klavikel wirkt unstabil und ist vermehrt beweglich (v. a. in der Horizontalen)
- Rockwood III: der Arm wird charakteristischerweise in Schonhaltung adduziert am Rumpf gehalten, Schmerzverstärkung v. a. bei Abduktion;
es resultiert eine Instabilität des Klavikels in horizontale und vertikale Richtung („Klaviertastenphänomen“)
- Rockwood IV: entspricht Typ III mit deutlich vermehrter Schmerzsymptomatik;
die Klavikelkontur kann im Vergleich zur gesunden Seite nach posterior verlagert sein

Rockwood V: entspricht Typ III; starke Schmerzen besonders im lateralen Klavikelbereich; Verlagerung der oberen Extremität nach distal

Rockwood VI: abgeflacht wirkende Schulterkontur mit prominentem Akromion; eine erhebliche Stufenbildung ist tastbar

In seltenen Fällen können sich bei Verletzungen vom Typ Rockwood V neurologische Symptome durch Distraction des Plexus brachialis entwickeln.

Durch die erhebliche Gewalteinwirkung sollten v. a. bei Verletzungen vom Typ Rockwood VI assoziierte Rippen- und Klavikulaschaftfrakturen ausgeschlossen werden. Massive Schwellungen können Schultergelenksprengungen initial kaschieren.

2.6 Diagnostik

Anamnese und klinische Untersuchung

Anamnestisch klagt der Patient über Schmerzen, die zumeist gut über dem Schultergelenk lokalisiert werden können. Eine Schmerzverstärkung tritt bei aktivem Anheben und Senken des Schultergürtels, ebenso beim Vor- und Zurückziehen der Schulter und beim Hinübergreifen über die Körpermitte auf. Der Arm wird adduziert am Körper getragen und kaum aktiv bewegt. Eine genaue Nachfrage nach Unfallmechanismus und -hergang lassen oftmals bereits an die Diagnose „Schultergelenksprengung“ denken.

Der Patient sollte in stehender oder sitzender Position untersucht werden, denn durch das Gewicht des hängenden Armes gerät der Kapsel-Band-Apparat unter Spannung und Deformationen sind deutlicher zu erkennen. Bei der Inspektion der Schulter finden sich im Bereich des Schultergelenkes Prellmarken und Hautabschürfungen. Im Seitenvergleich erscheint der betroffene Arm tiefer getreten und die Schulter entrundet.

Lokal besteht ein heftiger Druckschmerz. Die Stufenbildung im AC-Gelenk imponiert als Blickdiagnose und wird als Klaviertastenphänomen geprüft.³² Dabei weicht die Klavikula bei Druck auf das laterale Schlüsselbeinende nach unten aus. Bei frischem Trauma lässt sich das Klaviertastenphänomen schmerzbedingt häufig nicht auslösen. Schmerzärmer ist die diagnostische Reposition durch Anheben des Schulter-Arm-Komplexes am Ellenbogen unter leichtem Druck auf die Klavikula (umgekehrtes Klaviertastenphänomen). Um Rockwood II-Verletzungen zu diagnostizieren wird die Klavikula bei fehlendem Hochstand auf Verschieblichkeit in der Horizontalen getestet.

Zum Ausschluss von Begleitverletzungen sollte die Palpation weiterhin die Sehnenansätze der Mm. deltoideus et trapezius sowie das Sternoklavikulargelenk umfassen.

Das aktive Bewegungsausmaß des betroffenen Armes nach der Neutral-Null-Methode ist vor allem bei hochgradigen Verletzungen weitgehend eingeschränkt. Auch passiv toleriert der Patient nur geringe Bewegungsausschläge.

Bildgebende Diagnostik

Radiologische Untersuchung

Der Röntgendiagnostik kommt neben dem anamnestischen und klinischen Befund eine erhebliche Bedeutung zu, da aus der daraus folgenden Einteilung nach Tossy bzw. Rockwood die sich anschließende Therapie richtet. Die Darstellung des AC-Gelenkes ist in zwei Ebenen erforderlich. Neben dem verletzten Gelenk sollte zum Vergleich die unverletzte gesunde Seite dargestellt werden.

Die anteroposteriore (a.p.) Standardschulteraufnahme gibt erste Hinweise auf eine Läsion des Kapsel-Band-Apparates. Dabei werden beide Schultergelenke des sitzend oder stehend positionierten Patienten auf einer Panoramaaufnahme dargestellt, um direkt den Vergleich zwischen kranker und gesunder Seite ziehen zu können (Abbildung 6, Kap. 2.3). Häufig wird das AC-Gelenk in dieser Projektion von der Spina scapulae überdeckt, was eine definitive Beurteilung nicht möglich macht.

Zur überlagerungsfreien Darstellung des AC-Gelenkes entwickelte Zanka³⁶ eine spezielle Einstelltechnik, wobei der Zentralstrahl auf das AC-Gelenk gerichtet und um 12 - 15° nach kranial geneigt ist (Abbildungen 7,8). Besonders kraniokaudale Instabilitäten (Typ Rockwood II, III, V), Osteolysen und laterale Klavikula- und Akromionfrakturen, sowie Veränderungen der korakoklavikulären Bänder können so dargestellt werden.⁶ Beachtet werden muss bei der a.p.-Technik eine Reduzierung der für das Glenohumeralgelenk üblichen Röhrenspannung um etwa 50 %, um eine Überbelichtung zu vermeiden.

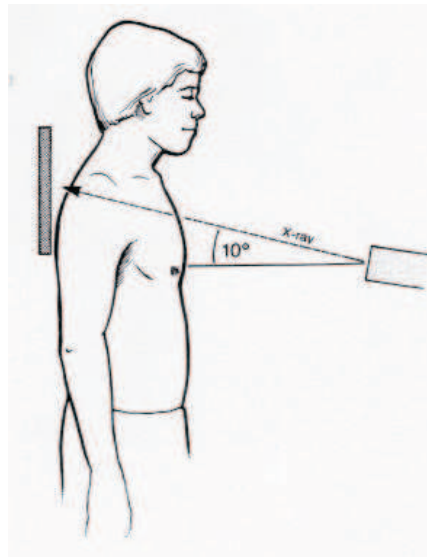


Abbildung 7: Schematik der Röntgenaufnahme nach Zanka

Die Abbildung ist entnommen aus: Disorders of the acromioclavicular joint, in: Rockwood CA, Matsen FA. The Shoulder, W. B. Saunders, London/Toronto (1990).



Abbildung 8: Röntgenaufnahme nach Zanka, intaktes AC-Gelenk rechts

In der a.p.-Projektion lässt sich die horizontale Dislokation der Klavikula nicht sicher darstellen, dies macht eine weitere Projektionsebene erforderlich. Durchgesetzt hat sich die laterale Darstellung der Skapula nach Alexander³⁷: Sie entspricht der lateralen Y-Projektion der Skapula, wobei der Patient zusätzlich beide Schultern maximal antevertiert, um so eine Überlagerung von Klavikula und Akromion zu provozieren. Der Zentralstrahl verläuft in einer Linie mit der Spina scapulae (Abbildung 9). Bei Typ IV-Verletzungen nach Rockwood kommt das Akromion anterior und inferior unter dem distalen Klavikulaende zur Darstellung.³⁸



Abbildung 9: Laterale Y-Projektion der Skapula nach operativer Versorgung einer ACG-Läsion rechts

Nach Ausschluss einer knöchernen Läsion kann zum Nachweis einer vertikalen Instabilität eine weitere vergleichende a.p.-Aufnahme unter Belastung durchgeführt werden. Beide Arme des Patienten werden mit Gewichten von 10 - 15 kg behängt, wodurch eine maximale Muskelentspannung erreicht und somit jeglicher stabilisierender Effekt beseitigt wird.

Der Nutzen dieser Stressaufnahme wird in der Literatur kontrovers diskutiert, da allenfalls eine Unterscheidung zwischen den ohnehin oftmals konservativ therapierten Typen II und III nach Rockwood gemacht werden kann.^{13,31}

In der Frontalebene misst der AC-Gelenkspalt 1 – 3 mm.³⁶ Petersson und Redlund-Johnell⁹ stellten fest, dass dieser Wert im Alter abnimmt und mit 60 Jahren Weiten von 0,5 mm durchaus normal sind. Ein Gelenkspalt größer als 7 mm beim Mann und 6 mm bei der Frau ist als pathologisch anzusehen.

Bei Schultergelenksverletzungen vom Typ II, III und V nach Rockwood ist ein unterschiedlich stark ausgeprägtes Höbertreten des lateralen Klavikulaendes gegenüber dem Akromion bzw. Tiefertreten der Skapula gegenüber der lateralen Klavikula nachweisbar. Nach Rockwood und Young²⁹ liegt der durchschnittliche physiologische Abstand zwischen der Klavikelunterseite und dem oberen Teil des Processus coracoideus bei 1,1 - 1,3 cm. Eine Erweiterung der korakoklavikulären Distanz um 50 % ist hinweisend auf eine komplette AC-Gelenksprengung.¹³

Die radiologischen Kennzeichen der einzelnen Verletzungstypen sind in Kapitel 2.3 dargestellt.

Weitere bildgebende Verfahren

Die Sonografie wird zur Beurteilung von ACG-Verletzungen bislang wenig eingesetzt, nicht zuletzt, weil die Aussagekraft stark von der Erfahrung des Untersuchenden abhängig ist. Analog zur radiologischen Diagnostik können die knöchernen Stellungsveränderungen von Akromion und Klavikula dargestellt werden. Hilfreich ist die Sonografie bei unklaren radiologischen Befunden, wobei die Stabilität im Akromioklavikulargelenk während der sonografischen Untersuchung durch Stressausübung geprüft werden kann. Vor allem aber findet sie ihre Anwendung bei der Abklärung von assoziierten Verletzungen der Rotatorenmanschette oder der deltotrapezoidalen Faszie.¹⁷ Ein posttraumatischer Gelenkerguss kann durch Deformierung der Kapsel nachgewiesen werden.³⁹

MRT- und CT-Untersuchungen gehören ebenfalls nicht standardmäßig zur Abklärung einer ACG-Verletzung. Sie haben eine Bedeutung in der Differentialdiagnostik von Begleitverletzungen und subakromialen Schmerzsyndromen.¹⁷

2.7 Therapie

Rockwood I- und II-Verletzungen werden übereinstimmend konservativ funktionell therapiert. Bei allen höhergradigen Verletzungen vom Typ Rockwood IV bis VI besteht im allgemeinen Konsens eine Operationsindikation.¹⁷ Kontrovers diskutiert wird die Therapie bei Typ III-Verletzungen. Da prospektiv randomisierte Studien⁴⁰⁻⁴² keinen Vorteil der operativen Therapie zeigen konnten, sollte die Indikation zum Therapieverfahren sorgfältig geprüft und individuelle Faktoren wie Alter, Berufsbild und sportliche Aktivitäten des Patienten mit einbezogen werden.

Die Erstbehandlung besteht in einer Ruhigstellung des Armes in einem Verband (Abbildung 10), einer antiphlogistisch-analgetischen Therapie und lokaler Kühlung in den ersten 24 - 48 Stunden nach der Verletzung.

Eine primäre Reposition ist nur sinnvoll, wenn die Klavikula in den Weichteilen verklemmt ist (Rockwood Typ IV), gelingt allerdings nicht immer.¹⁷

2.7.1 Konservative Therapie

Die konservative Therapie der Schultergelenksprengung beinhaltet die Ruhigstellung in einem Desault- oder Gilchrist-Verband (Abbildung 10) für wenige Tage (Typ I) bis zu zwei Wochen (Typen II/III) bis zum Abklingen des akuten Schmerzes. Redressierende Verbände

und Tapes werden nicht mehr angewendet, da sie meist nicht wirkungsvoll sind und zu Druckulzera über dem Gelenk führen können.

Nach Rückbildung der akuten Schmerzen können dann bereits aktive Bewegungsübungen, sowie Alltagsaktivitäten wie Essen, Trinken, Anziehen und Körperpflege ohne Limitierung des Bewegungsausmaßes ausgeführt werden (bei Typ II-Verletzungen meist ab dem 7. postoperativen Tag). Starke Belastungen wie schweres Heben und Kontaktsportarten sollten bei Verletzungen vom Typ Rockwood I für zwei Wochen, bei Verletzungen vom Typ Rockwood II/III für mindestens sechs Wochen gemieden werden. Unbefriedigende Resultate werden üblicherweise nach sechs Monaten manifest und geben dann Anlass zur Reevaluation der Situation und gegebenenfalls Indikation zur operativen Korrektur.⁴³

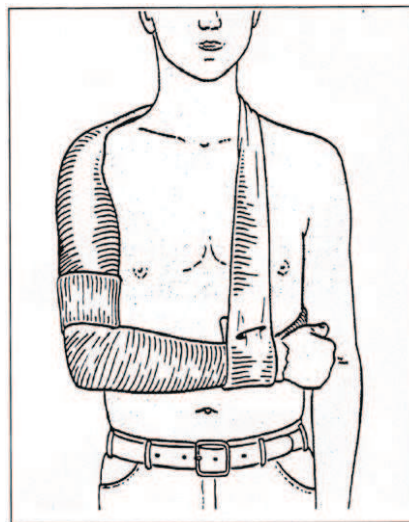


Abbildung 10: Gilchristverband
Die Abbildung ist entnommen aus:
Schumpelick V. Chirurgie. 3. Aufl.
Enke, Stuttgart (1994).

2.7.2 Operative Therapie

Die erste operative Versorgung des AC-Gelenkes führte Cooper im Jahre 1861 mit einem Silberdraht durch.⁴⁴ Seitdem sind weit über 200 Publikationen mit neuen Techniken oder Modifikationen bereits vorhandener erschienen.³³ Ziel aller operativen Verfahren ist die Wiederherstellung der anatomisch regelrechten Gelenkstellung durch vorübergehende oder dauerhafte Fixation im AC-Gelenk. Ein Beispiel für die operative Therapie mit PDS-Augmentation ist in Abbildung 11 dargestellt.

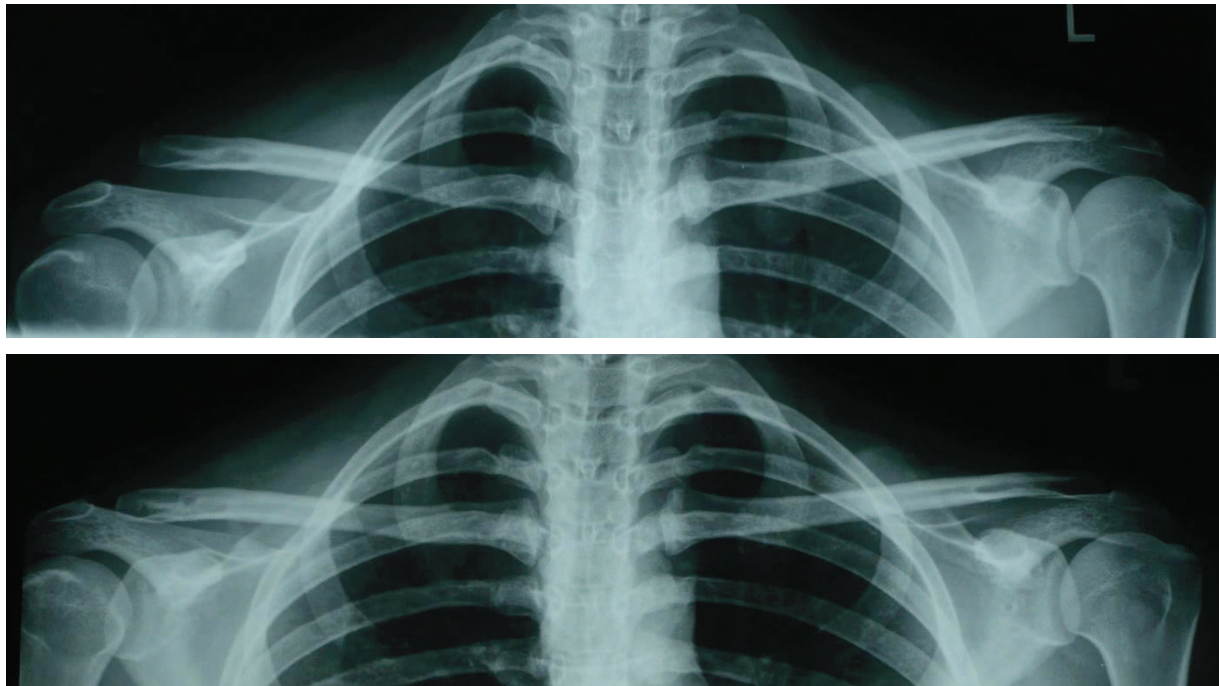


Abbildung 11 a,b: Rockwood V-Verletzung des rechten Schultergelenkes bei einer 30-jährigen Patientin vor (Abb. a) und nach (Abb. b) operativer Versorgung dieser mit PDS-Cerclage. Panoramaaufnahme beider Schultern im a.p.-Strahlengang.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, die Gelenkkontinuität durch eine akromioklavikuläre Verbindung (direkte Verfahren), durch eine korakoklavikuläre Verbindung (indirekte Verfahren) oder durch eine Kombination beider wiederherzustellen. Die Resektion des lateralen Klavikulaendes ist eine Technik, die vor allem den chronisch instabilen AC-Gelenksprengungen vorbehalten ist.

Im Folgenden werden die wichtigsten Verfahren kurz dargestellt.

1. Direkte Verfahren

Transartikuläre Kirschnerdrahtfixation

Zwei Kirschnerdrähte werden vom lateralen Ende des Akromions durch das AC-Gelenk in die Klavikula eingebracht. Um eine Implantatwanderung nach medial zu vermeiden, werden diese anschließend am akromialen Ende, wie in Abbildung 12 gezeigt, umgebogen. Nach sechs bis acht Wochen werden sie entfernt, da Drahtbruch und -dislokation drohen. Vorteil ist die genaue Einstellung des Gelenkes in der vertikalen, horizontalen und koronaren Ebene.²⁴ Eine perkutane Platzierung ist möglich, erlaubt dann allerdings keine Band- oder Fasziennaht.

Zuggurtungsosteosynthese mit Kirschnerdrähten

Zusätzlich zur Fixation mit Kirschnerdrähten wird ein achtförmig gelegter Draht zwischen den akromialen Enden der Kirschnerdrähte und durch einen Bohrkanal in der distalen Klavikula gelegt (Abbildung 12 rechts). Distraktions- werden so in Kompressionskräfte umgewandelt.⁴⁵

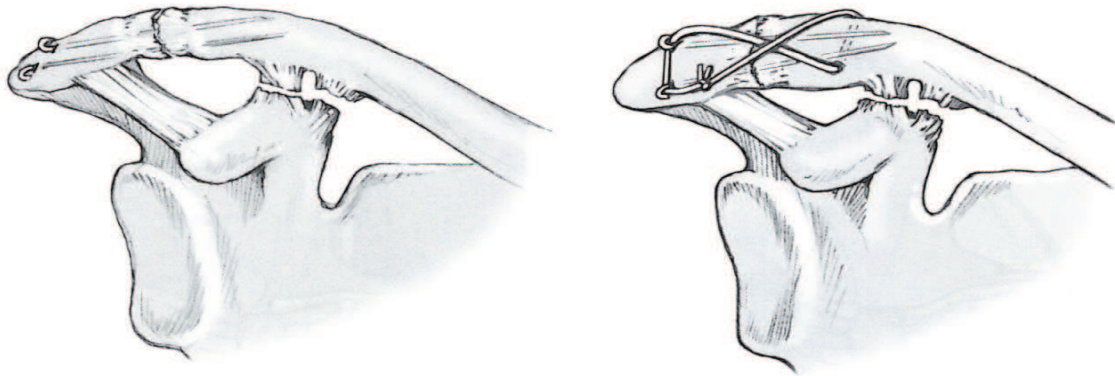


Abbildung 12: Transartikuläre Fixation mit zwei Kirschnerdrähten (links) und Kirschnerdrahtfixation mit Zuggurtungsosteosynthese (rechts)
Die Abbildung ist entnommen aus: Habermeyer P. Schulterchirurgie, 3. Aufl. Urban & Fischer Verlag, München (2002).

Hakenplattenosteosynthese

Erstmals stellte Basler⁴⁶ 1976 die Versorgung der Schultergelenksprengung mit Hakenplatte vor. In der Weiterführung dieses Konzepts wurden seitdem verschiedenste Plattenformen entwickelt.

Nach Reposition der Klavikula wird die Hakenplatte mit dem Haken unter dem Akromion platziert und der Plattenkörper mit Schrauben auf der Klavikula fixiert (Abbildung 13). Das detaillierte Vorgehen wird am Ende dieses Kapitels dargestellt.

Etwas kleiner dimensioniert als die Basler Platte wurde Anfang der neunziger Jahre die Dreithalerplatte entwickelt, die eine bessere Anpassung an die Anatomie des Akromioklavikulargelenkes versprach.⁴⁶ Bei der Modifikation nach Wolter 1981 unterfährt der zu einer U-Form verlängerte Haken das Akromion und endet in einem senkrechten akromialen Verankerungsloch. Rahmzadeh stellte 1983 eine Platte mit zentralem Kugelgelenk zwischen akromialer und klavikulärer Komponente vor, die eine freie Beweglichkeit der Schulter gewährleisten soll.²²

In multidirektional winkelstabilen Plattensystemen ist die Schraubenlage frei wählbar und der Schraubenkopf, der ein Gewinde trägt, wird in der Hakenplatte fixiert. Die operativen Möglichkeiten werden dadurch deutlich erhöht.

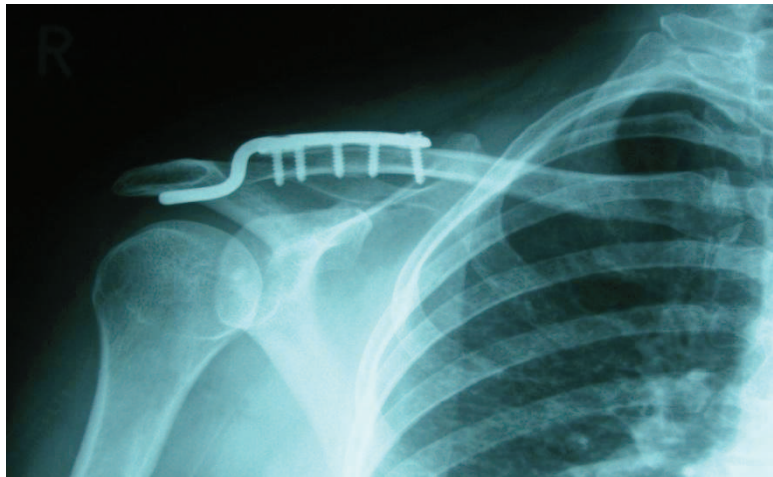


Abbildung 13: Röntgenaufnahme nach operativer Versorgung einer ACG-Sprengung mit Hakenplattenosteosynthese, Schulter rechts, korrekter Sitz des Hakens unter dem Akromion

2. Indirekte Verfahren

PDS-Kordel-Augmentation

Bei diesem, auch als korakoklavikuläre Fesselung bezeichneten Verfahren, wird eine resorbierbare PDS-Kordel achtförmig um das Korakoid geschlungen und durch zwei Löcher im Klavikel gezogen. Bei axial angehobenem Arm wird das Band verknotet und erlaubt eine sehr stabile Fixation. Zusätzlich kann auch eine akromioklavikuläre Achterschlinge zur weiteren Stabilisierung gelegt werden (siehe Kapitel 4.4 und Abbildung 14).

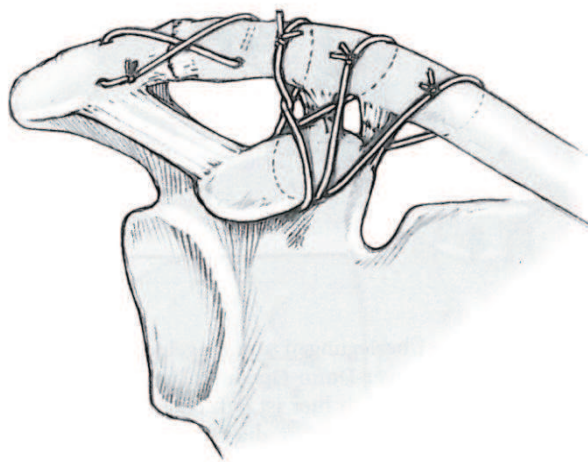


Abbildung 14: Stabilisierung mit PDS-Kordel
Die Abbildung ist entnommen aus: Habermeyer P. Schulterchirurgie, 3. Aufl. Urban & Fischer Verlag, München (2002).

Bosworthschraube

Mit dem Gewindebohrer wird ein Gewinde von der lateralen Klavikula bis in die Basis des Processus coracoideus geschnitten. Eine Zugschraube wird wie in Abbildung 15 dargestellt so eingebracht, dass im Bereich der Klavikula ein Gleitloch entsteht, welches geringe Kipp- und Rotationsbewegungen der Klavikula gegenüber dem Schulterblatt möglich macht, ohne diese sogleich auf die Schraubenverankerung zu übertragen.

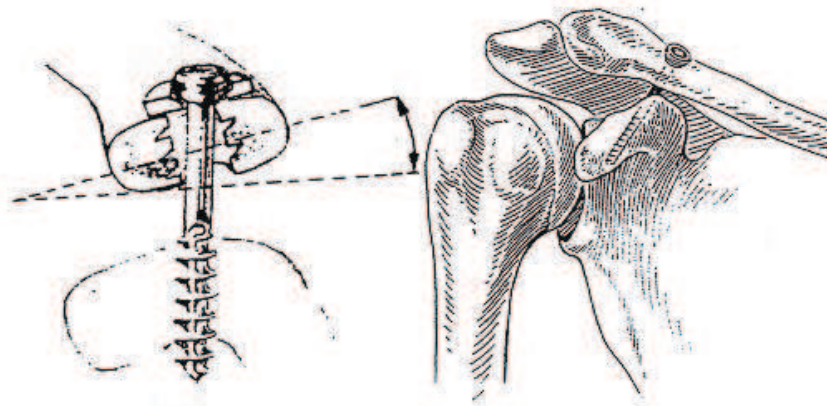


Abbildung 15: OP-Verfahren nach Bosworth

Die Abbildung ist entnommen aus: Poigenfurst J. Die Technik der korakoklavikulären Verschraubung bei Rupturen des akromioklavikulären Gelenkes. Operative Orthopädie und Traumatologie 1990; 2(4):233-44.

Dynamischer Muskeltransfer

Der Ursprung des M. coracobrachialis oder der kurze Kopf des M. biceps wird vom Korakoid mit einem kleinen Knochenspan abgetrennt und auf der Klavikula refixiert. Von dieser Operationstechnik gibt es verschiedenste Modifikationen.

Sehnentransplantate

Neuere Techniken verwenden auto- oder allogene Sehnentransplantate, ähnlich den Kreuzbandplastiken des Knies.⁴⁷ Auch hier werden die Mm. semitendinosus et tibialis anterior genutzt. Die Technik der anatomischen Repositon zeigt Abbildung 16.

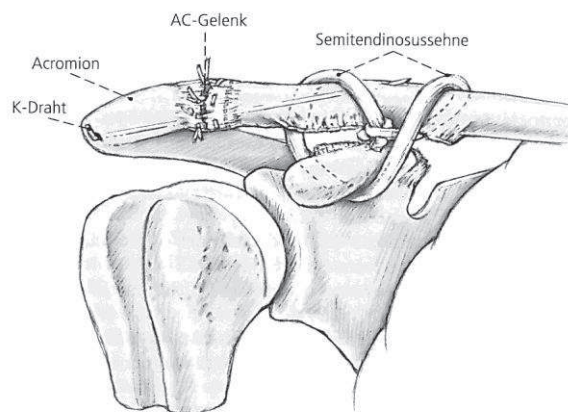


Abbildung 16: Semitendinosusplastik
Die Abbildung ist entnommen aus: Habermeyer P. Schulterchirurgie, 3. Aufl. Urban & Fischer Verlag, München (2002).

Endoskopische Techniken

Verschiedenste endoskopische Techniken sind in der Literatur beschrieben. Vorteilhaft ist, dass im Rahmen der Arthroskopie Begleitverletzungen des glenohumeralen Gelenkes berücksichtigt werden können.

Die Endobutton-Technik nutzt nicht-resorbierbare Fäden, welche durch Bohrlöcher in Klavikula und Processus coracoideus eingebracht und über Metallunterlegscheiben verknotet werden.⁴⁸

In ähnlicher Art und Weise können Tight-Rope-Systeme arthroskopisch mit oder ohne Zielgerät eingebracht werden. Die technisch anspruchsvolle Operation ist in Abbildung 17 dargestellt.³⁴

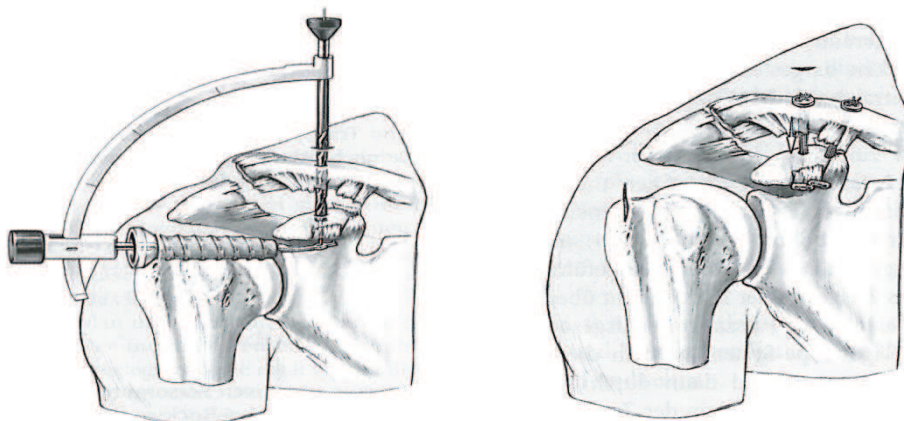


Abbildung 17: Double Tight-Rope-Technik, Einführung des Devices mit Zielgerät (links) und Situation postoperativ (rechts)
Die Abbildung ist entnommen aus: Habermeyer P. Schulterchirurgie, 3. Aufl. Urban & Fischer Verlag, München (2002).

Häufig werden direkte und indirekte Verfahren miteinander kombiniert:

Resektion des lateralen Klavikulaendes

Resektionsarthroplastiken sind vor allem zur Therapie veralteter AC-Gelenksprengungen gebräuchlich. Sie kommen zum Einsatz, wenn Patienten nach konservativer oder auch operativer Therapie meist aufgrund von posttraumatischen Arthrosen oder klinisch relevanter Residualinstabilität nicht beschwerdefrei werden.

Gurd und Mumford⁴⁹ beschrieben 1941 die Resektion der lateralen Klavikula. Eine Abwandlung dieser Technik ist die Operation nach Weaver und Dunn.⁴⁹ Hier wird nach lateraler Klavikularesektion das korakoakromiale Band von der Vorderkante des Akromions gelöst und mit transossären Nähten auf dem lateralen Klavikulastumpf vernäht (Abbildung 18).

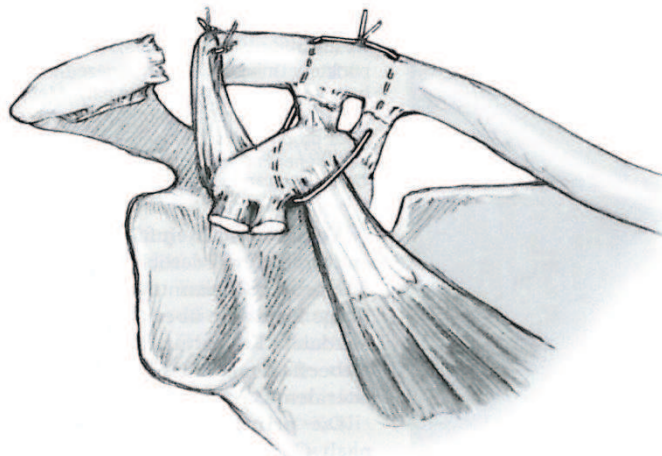


Abbildung 18: Operation nach Weaver und Dunn
Die Abbildung ist modifiziert nach: Habermeyer P. Schulterchirurgie, 3. Aufl. Urban & Fischer Verlag, München (2002).

Arthrodesse des Schultergelenkes

Hier wird zwischen Akromion und Klavikula ein Spongiaspan interponiert. Diese Technik findet beispielsweise in der Behandlung therapierefraktärer posttraumatischer AC-Gelenk-arthrosen Anwendung.

Nachbehandlung

Nach allen Formen der operativen Behandlung erfolgt zunächst eine Ruhigstellung in einem Gilchrist- oder Desault-Verband. In der frühen Wundheilungsphase kommen Kryotherapie, entstauende Behandlungen sowie Bewegungsübungen des Hand- und Ellenbogengelenkes zur Anwendung. Nach Entfernung der Redondrainage beginnt der Patient zunächst mit Pendelübungen. Rasch schließt sich die aktive physiotherapeutische Beübung an, um einer Schultersteifigkeit vorzubeugen, dem Muskelabbau entgegenzuwirken und um die physiologische Beweglichkeit im Schultergelenk wiederzuerlangen. Dabei ist das Bewegungsausmaß in Abhängigkeit vom operativen Verfahren zunächst limitiert: Bei transartikulärer Kirschnerdrahtfixation und Hakenplattenosteosynthese werden Anteversion und Abduktion für die Zeit bis zur Materialentfernung auf maximal 90° begrenzt, da sonst Ermüdungsbrüche des implantierten Metalls auftreten können.⁴⁵

2.8 Prognose und Komplikationen

Beschwerden in Form von Schmerz-, Bewegungs- und Kräfteinschränkung werden sowohl nach konservativer als auch nach operativer Therapie mit einer Häufigkeit von 10 – 20 % angegeben.¹⁷

Die **chronische AC-Gelenkinstabilität** wird bei niedrigem Belastungsniveau im Allgemeinen gut toleriert, kann aber auch in einigen Fällen deutliche Funktionseinschränkungen mit sich bringen. Ursächlich ist oftmals ein postoperativer Repositionsverlust, der beispielsweise durch Dehnungsprozesse im resorbierbaren Material auftreten kann.

Vorzeitige degenerative Veränderungen im Sinne einer **posttraumatischen AC-Gelenk-arthrose** sind laut Taft et al.⁴³ bei Patienten mit anatomischer Reposition in 15 % der Fälle, dagegen bei bestehender Fehlstellung in 45 % zu erwarten. Auch treten **posttraumatische Osteolysen** der lateralen Klavikula auf. **Korakoklavikuläre Ossifikationen** als Folge von posttraumatischer Knochenneubildungen und Kalzifizierungen haben für gewöhnlich keinen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis. In Abhängigkeit vom Beschwerdebild müssen Revisionseingriffe wie die laterale Klavikularesektion nach Weaver und Dunn durchgeführt werden.

Neben den allgemeinen Risiken operativer Verfahren, wie Infektionen und Serombildung im Gelenk oder der Verletzung von Nachbarstrukturen (Blutgefäße, Nerven), können verschiedene verfahrensabhängige Komplikationen auftreten:

Bei der Kirschnerdraht-Osteosynthese sind Drahtbrüche mit teils erstaunlicher sekundärer Wanderung der Drähte in Umgebungsstrukturen bis hin zu Lunge oder Brustwirbelsäule beschrieben.¹³

Nach Plattenversorgung kann es zu Metallose und Materiallockerung kommen. Bei jeder Implantatnutzung besteht die Gefahr des Implantatbruchs.

Bei der Versorgung nach Bosworth besteht eine erhöhte Gefahr der Verletzung des N. musculocutaneus und der Fraktur der Klavikula im Bereich des Bohrlochs.

Die resorbierbare PDS-Kordel kann eine Fremdkörperreaktion provozieren und damit ursächlich für einen zur Revisions-Operation drängenden Infekt sein.

Unabhängig von der Verfahrenswahl wird in 80 % der Tossy III-Verletzungen ein gutes Ergebnis erzielt.³

3 Fragestellung

Bis dato gibt es für die Therapie der Schulterreckgelenksprennung kein einheitliches Therapieregime. Die konservative Behandlung konkurriert mit der operativen Therapie, welche wiederum durch eine Vielzahl unterschiedlicher Operationstechniken durchgeführt werden kann. Rockwood und Matsen¹ fanden in 300 Abhandlungen über 150 verschiedene therapeutische Möglichkeiten. Für fast kein anderes Gelenk sind derart viele Therapieoptionen in der Literatur beschrieben.

Unter den operativen Verfahren haben sich die Stabilisierung des Schulterreckgelenkes mit einer Hakenplatte und die Zuggurtungsosteosynthese mit resorbierbarem Nahtmaterial als besonders Erfolg versprechend etablieren können. Beide Techniken weisen jedoch spezifische Nachteile auf. So kann es nach Hakenplattenosteosynthesen zu Verletzungen des Akromions kommen, sowie zu Repositionsverlusten bei Implantatentfernung. Die Zuggurtungsosteosynthesen mit PDS-Kordel können den hohen Retraktionskräften der Klavikula bereits primär oder postprimär im Rahmen der Nahtresorption nicht genügend Stand halten, was zum Repositionsverlust führen kann.

Im Rahmen der folgenden Matched-Pairs-Studie sollen beide Operationstechniken, die Osteosynthese mit einer multidirektional winkelstabilen Hakenplatte und die PDS-Augmentation, gegenübergestellt werden.

Im Einzelnen werden folgende Fragestellungen formuliert.

1. Ist die Rekonstruktion der Gelenkstellung im AC-Gelenk mit einer Hakenplatte anatomisch möglich?
2. Ist die Rekonstruktion der Gelenkstellung im AC-Gelenk mit PDS-Augmentation anatomisch möglich?
3. Unterscheiden sich die Langzeitergebnisse beider Techniken radiologisch, funktionell und hinsichtlich des postoperativen Schmerzniveaus?
4. Gibt es Unterschiede in der Komplikationsrate beider Techniken?
Treten bei Versorgung mit Hakenplatte vermehrt Osteolysen des Akromion auf?
Treten bei Versorgung mit PDS-Kordel vermehrt Fisteln auf?
5. Wie hoch sind die Einschränkungen in Funktionalität und Lebensqualität durch die implantierte Hakenplatte?

4 Material und Methodik

Zum Vergleich von Hakenplattenosteosynthese und PDS-Augmentation in der Therapie von Schulterreckgelenksprengungen wurden die entsprechend therapierten Patienten einbestellt und nachuntersucht (Ablauf siehe Abbildung 19).

Die Nachuntersuchung umfasste eine körperliche Untersuchung, die Ermittlung dreier Schulteroutcome-Scores (Constant-Murley-, DASH- und Taftscore) und die Beantwortung eines vorgelegten Fragebogens, inklusive Visueller Analogskala (VAS) zum aktuellen Schmerzniveau. Zusätzlich wurde von allen Patienten eine Röntgenaufnahme beider Schultern angefertigt.

Die mit einer Hakenplatte therapierten Patienten wurden zweimal nachuntersucht: vor der Metallentfernung (ca. drei Monate postoperativ) und in mindestens sechsmonatigem Abstand nach der Metallentfernung. Daraus ergab sich ab der operativen Versorgung bis zur abschließenden Nachuntersuchung ein Mindestzeitraum von neun Monaten. Patienten mit PDS-Augmentation wurden ebenfalls frühestens neun Monate postoperativ einbestellt.

Vor der Nachuntersuchung wurde eine detaillierte Aktenrecherche aller untersuchten Patienten durchgeführt sowie die prä- und postoperativen Röntgenbilder ausgewertet.

Die Studie wurde durch die Ethikkommission der Ärztekammer Mecklenburg-Vorpommern bewilligt (Anhang 1). Alle Patienten haben vor Studienbeginn eine Studieninformation erhalten (Anhang 2) und eine Patienteneinwilligung unterschrieben (Anhang 3).

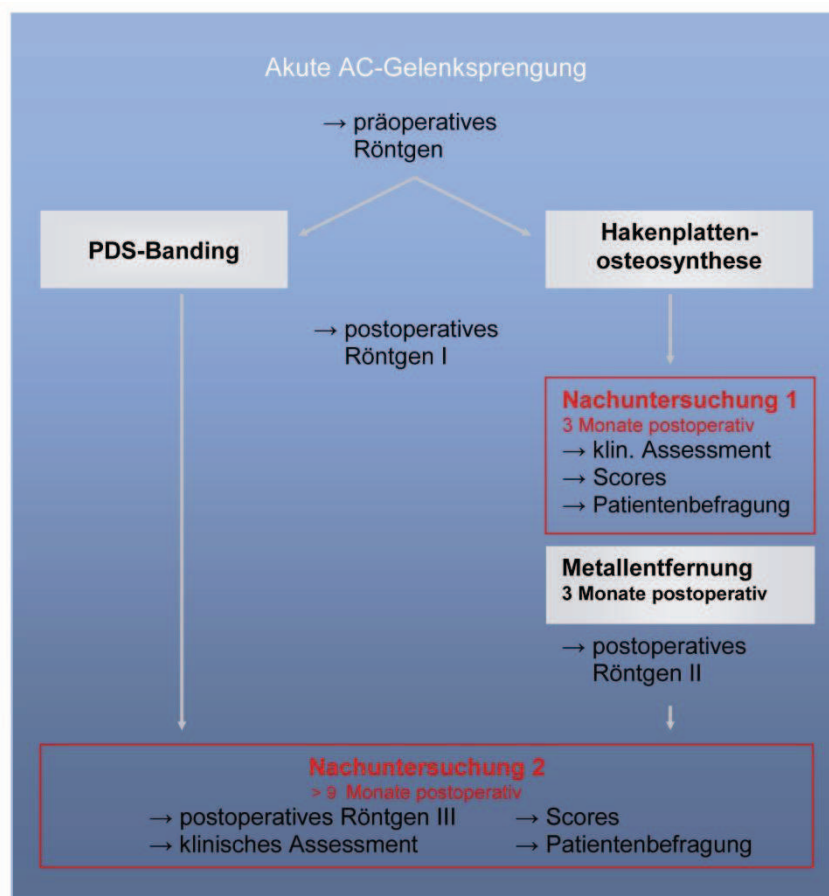


Abbildung 19: Schematischer Studienablauf

4.1 Patientenkollektiv

4.1.1 Einschlusskriterien

Anhand der Operationsmethode ergaben sich zwei unterschiedliche Patientengruppen: Patienten, versorgt mit PDS-Kordel, bildeten eine Gruppe und die mit Hakenplatte therapierten eine zweite. Die Aufnahme in eine der beiden Gruppen erfolgte nach folgenden Kriterien:

- Diagnose akute AC-Gelenksprengung Typ Rockwood V
- operative Versorgung mit PDS-Augmentation oder Hakenplattenosteosynthese
- zeitlicher Abstand zwischen Operation und Nachuntersuchungszeitpunkt von mindestens neun Monaten

Ausgeschlossen wurden Patienten, bei denen bis zum Nachuntersuchungszeitpunkt eine erneute Operation der Schulter stattfand.

4.1.2 Match-Kriterien

Bei erfüllten Einschlusskriterien wurden die Patienten nach folgenden Match-Kriterien in die entsprechende Gruppe aufgenommen:

- Alter
- Geschlecht
- operative Versorgung auf der dominanten versus der nicht dominanten Armseite

Faktoren wie der Beruf oder Unfallhergang und die Operationszeit wurden als nicht primär relevant für das Langzeitoutcome angesehen.

4.2 Radiologische Untersuchung

Zum Nachuntersuchungstermin wurden die Patienten gebeten, soweit vorhanden, aktuelle Röntgenbilder der Schultern mitzubringen. Im weitaus häufigeren Fall jedoch wurden Aufnahmen beider Schultern in a.p.-Projektion nach Zanka mit um 15° geneigtem Zentralstrahl angefertigt. Dazu wurden die Schultern einzeln mit Hilfe eines Röntgen-Bildverstärkers, in einem definierten Abstand von 30 cm zwischen AC-Gelenk und Bildverstärker und o.g. Winkel, durchleuchtet.

Die Aufnahmen wurden anschließend mit den prä- und direkt postoperativ angefertigten Aufnahmen verglichen. Zur Auswertung der präoperativen Situation wurde hierzu die am Unfalltag routinemäßig durchgeführte Panoramaaufnahme beider Schulter genutzt. Direkt postoperativ wurde, falls vorhanden, ebenfalls eine solche ausgewertet, falls nicht, nur solche verwendet, die einen Vergleich zur gesunden Schulter zuließen.

Folgende Punkte wurden im Seitenvergleich ausgewertet (siehe Abbildung 20):

Der **korakoklavikuläre Abstand** ist ausschlaggebendes Kriterium, um eine Luxation im AC-Gelenk festzustellen. Bestimmt wird er durch Messung des Abstandes zwischen Spitze des Processus coracoideus und dem unterem Rand der Klavikula.⁵⁰⁻⁵³

Der **akromioklavikuläre Abstand** zwischen medialem Rand des Akromion und lateralem Rand der Klavikula ist das Korrelat für die AC-Gelenkweite.⁵²

AC-Gelenkstufen und AC-Gelenkspaltbreiten sind hinweisend auf eine Subluxation oder Expansion. **Ossifikationen, Osteolysen und Knochenatrophie** sind Zeichen posttraumatischer Veränderungen.

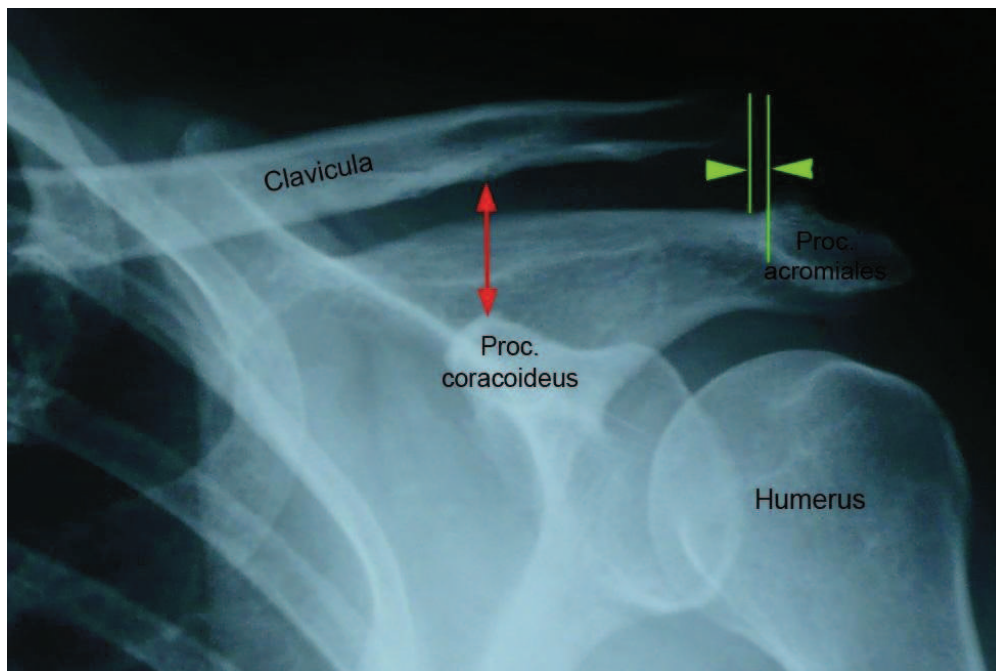


Abbildung 20: Darstellung der Messgrößen am Röntgenbild
roter Pfeil: korakoklavikulärer Abstand, grüne Pfeilspitzen: akromioklavikulärer Abstand.

4.3 Funktionelle Untersuchung

4.3.1 Manuelle Untersuchung

Die Inspektion und Palpation, sowohl der verletzten als auch (zum Seitenvergleich) der gesunden Schulter, wurden bei freiem Oberkörper durchgeführt. Erfasst und bewertet wurden der Schulterstand, die Narbenlänge und -kosmetik, eine eventuelle Muskelatrophie, sowie Stufenbildung, Klaviertastenphänomen, Druckschmerzhaftigkeit und Krepitationen im AC-Gelenk (Anhang 4).

Die Erfassung der Beweglichkeit der Schulter wurde anhand der Neutral-Null-Methode vorgenommen. Beidseitig wurden Ante- und Retroversion, Abduktion und Adduktion, sowie Innen- und Außenrotation in 90°-Abduktion, sowohl aktiv als auch passiv mit Hilfe eines Winkelmessers bestimmt. Das maximal erreichbare Ausmaß der einzelnen Bewegungen ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Maximales Bewegungsausmaß nach der Neutral-Null-Methode

	Bewegungsausmaß in Grad
Ante- / Retroversion	170 / 0 / 40
Abduktion / Adduktion	180 / 0 / 40
Innen- / Außenrotation (in Adduktion)	95 / 0 / 60
Innen- / Außenrotation (in 90° Abduktion)	70 / 0 / 70

Die Fähigkeit des Patienten, den Nacken- bzw. Schürzengriff auszuführen, wurde als weiterer Parameter der Beweglichkeit im Rahmen des Constant-Murley-Scores bestimmt. Der Nackengriff testet die kombinierte Außenrotation, für die sowohl Außenrotation, Abduktion und Vorwärtselevation möglich sein müssen. Der Schürzengriff hingegen testet die kombinierte Innenrotation, bestehend aus Innenrotation, Abduktion und Retroversion.

Weitere angewendete Tests sind der schmerzhafte Bogen („painful arc“), der Schmerzen bei Armbewegungen im Bereich von 150 bis 180° testet, und der Apprehensionstest. Hier wird die Schulter in 90°-Abduktion bei nach oben abgewinkeltem und außenrotiertem Ellenbogen gebracht, und gleichzeitig Druck von dorsal auf den Oberarmkopf gegeben. Der Untersuchende versucht also, die Schulter passiv nach ventral zu luxieren. Der Test ist positiv, falls eine muskuläre Abwehrspannung oder ein Luxationsgefühl auftreten.

4.3.2 Fragebogen

Zur Erfassung des subjektiven Befindens des Patienten wurde ein Fragebogen angefertigt (Anhang 5). Patienten der HP-Gruppe bekamen diesen zweimal vorgelegt, vor der Metallentfernung und zur abschließenden Nachuntersuchung.

Die Fragen bezogen sich auf die Schmerzsituation, wobei die Intensität mittels einer abgewandelten visuellen Analogskala mit Ziffern von 0 - 10, dem zeitlichen Auftreten (in Belastung, Bewegung, Ruhe), sowie Schlafstörungen und gegebenenfalls Einnahme von Schmerzmitteln erfasst wurden. Bezüglich der Funktion wurden Fragen zur Arbeitsfähigkeit (Beruf, Zeit der Arbeitsunfähigkeit, eventuelle Berufsunfähigkeit), Sportfähigkeit (Intensität, Sport/Leistungssport und ob diese wieder möglich sind), sowie Funktionen entsprechend der Schulter scores nach Constant-Murley und DASH erfragt. Analog zur Schmerzsituation sollten auf einer Skala von 0 - 10 die Einschränkungen im täglichen Leben angegeben werden. Weiterhin sollten Angaben zur Therapieentscheidung, Physiotherapie, der Zeit bis zur vollständigen Genesung gemacht, und das Ergebnis der OP nach Schulnoten bewertet werden.

4.3.3 Scores

Constant-Murley-Score

Der Score nach Constant & Murley⁵⁴ ist aktueller Standard zur funktionellen Schulterbeurteilung (Anhang 6). Er setzt sich aus den Aspekten „Schmerz“, „Aktivitäten des alltäglichen Lebens“, „Bewegungsumfang“ und „Kraft“ zusammen, wodurch sowohl das subjektive Empfinden des Patienten als auch objektive Kriterien gemischt werden. Es sind insgesamt 100 Punkte erreichbar (Tabelle 2).

Schmerz (15 Punkte)

Die Schmerzempfindung wird in keine, leichte, mäßige und starke Schmerzen unterteilt (15, 10, 5, 0 Punkte).

Tägliche Aktivitäten (20 Punkte)

10 Punkte werden für volle Arbeitsfähigkeit (4 Punkte), uneingeschränkte Sportfähigkeit (2 Punkte) und unbehelligten Schlaf (2 Punkte) verteilt.

10 weitere Punkte werden für die Armbeweglichkeit vergeben: je nach Erreichbarkeit von über Kopf-Höhe, Scheitel-, Nacken-, Brustbein- und Gürtelhöhe (10, 8, 6, 4, 2 Punkte).

Bewegungsumfang (40 Punkte)

Abduktion und Anteversion werden entsprechend dem nach der Neutral-Null-Methode erreichten Ausmaß mit jeweils maximal 10 Punkten bewertet. Alle Bewegungen sollen aktiv und schmerzfrei durchgeführt werden.

Die Außenrotation wird gemessen, indem die Hand zunächst auf den Kopf und danach an den Hinterkopf gehalten wird und nun jeweils der Ellenbogen vorwärts und rückwärts bewegt wird. Für jede dieser Bewegungen werden zwei Punkte vergeben, maximal also 10 bei voller Beweglichkeit.

Für die Innenrotation werden weitere 10 Punkte vergeben. Dabei stellt der Untersucher fest, wie weit die Hand im Schürzengriff am eigenen Rücken nach oben bewegt werden kann: zwischen die Schulterblätter, bis Höhe BWK 12, Höhe LWK 3, Kreuzbein, Glutealregion oder Trochanter major (10, 8, 6, 4, 2, 0 Punkte).

Kraft (25 Punkte)

Es wird gemessen, wie viel Zugkraft in kg der Patient schmerzfrei bei 90° abduziertem und innenrotiertem Arm halten kann. Die Messung erfolgt bis 12,5 kg mit einer Federwaage auf Höhe des Deltoidansatzes. Der Wert wird mit zwei multipliziert.

Tabelle 2: Bewertung nach dem Constant-Murley-Score

Bewertung	Punkte im CM-Score
sehr gut	100 - 75
gut	74 - 50
befriedigend	49 - 25
schlecht	24 - 0

DASH-Score (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand)

Der DASH-Score ist von der „American Academy of Orthopedic Surgeons Outcome Research Committee“ entwickelt und validiert worden und erfasst die subjektive Wahrnehmung des Patienten in Bezug auf seine aktuelle Schulterfunktion (Anhang 7).⁵⁵

In 30 Fragen zu alltäglichen Tätigkeiten wurde die Fähigkeit, diese auszuführen, bewertet (pro Frage maximal ein Punkt für keinerlei Schwierigkeiten und minimal 5 Punkte erreichbar). Zur Berechnung des DASH-Punktwertes wird von der erreichten Gesamtpunktzahl der Minimalscore von 30 subtrahiert und anschließend durch die Spannweite (1,20) dividiert.

$$\text{DASH-Punktwert} = \frac{\text{Gesamtpunktzahl} - 30 \text{ (Minimalpunktzahl)}}{1,20 \text{ (Spannweite)}}$$

Ein DASH-Punktwert von 0 entspricht einem Ergebnis mit optimaler Funktion ohne Behinderung. Ein DASH-Punktwert von 100 entspricht einer maximalen Behinderung.

Taft-Score

Der Score nach Taft⁴³ gilt als spezieller Score für das Schultergelenk (Anhang 8). Er setzt sich aus drei Anteilen zusammen. Insgesamt können 12 Punkte erreicht werden.

Subjektiver Teil (4 Punkte)

Bewertet wird die aktuelle Schmerzsituation in Abhängigkeit des Grades der Belastung. Maximal werden 4 Punkte für Schmerzfreiheit vergeben, bis hin zu minimal einem Punkt für Schmerzen.

Objektiver Teil (4 Punkte)

Kraft und Beweglichkeit werden mit 4 Punkten bewertet. Für Seitengleichheit gibt es volle Punktzahl, für Kraft und Beweglichkeitsminderung gibt es Punktabzug bis zu einer

Minderung beider Faktoren um 2/3 der gesunden Seite, wofür nur noch ein Punkt vergeben wird.

Ein Abzug von jeweils einem Punkt erfolgt für Crepitus, Gelenkinstabilität oder ein schlechtes kosmetisches Ergebnis.

Radiologischer Teil (4 Punkte)

Für ein normal erscheinendes AC-Gelenk wurde volle Punktzahl, bei Subluxation 3 Punkte, disloziertem Gelenk 2 Punkte und bei Zeichen einer posttraumatischen Arthrose ein Punkt vergeben.

Taft wertete die Höchstpunktzahl von 12 Punkten als sehr gutes Ergebnis und weniger als 6 Punkte als schlecht. Die von Haaker et al.⁵⁶ vorgestellte Erweiterung dieses Bewertungsschemas ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Bewertung nach dem Taft-Score

Bewertung	Punkte im Taft-Score
sehr gut	12
gut	11 - 10
befriedigend	9 - 6
schlecht	< 6

4.4 Operationstechnik

Im Folgenden ist die Versorgung der akuten AC-Gelenksprengung an der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Universität Rostock dargestellt.

Das operative Vorgehen bei **Hakenplattenosteosynthese** sieht wie folgt aus:

Die Operation erfolgt in Intubationsnarkose. Nach Lagerung des Patienten in Beach-chair-Position erfolgt der Hautschnitt säbelhiebartig etwa 1 cm medial des AC-Gelenkes. Nach Durchtrennung des Subkutangewebes wird das laterale Klavikulaende freipräpariert und die deltoideotrapezoidale Faszie durchtrennt. Jetzt wird das AC-Gelenk dargestellt und die Kapsel gespalten. Eventuelles Hämatom wird sorgfältig ausgespült. Können zerrissene Bandstrukturen gefunden werden, werden die Stümpfe des Ligamentum coracoclaviculare mit Nahtmaterial refixiert. Falls der Diskus vorhanden und intakt ist, wird er mit einem Klemmchen gefasst und weggehalten, falls nicht, wird er resiziert. Jetzt wird die Platte so

eingbracht, dass der Haken dorsal des AC-Gelenkes unter das Akromion positioniert wird. Das laterale Klavikulaende wird mit Hilfe eines Kugelspießes unter Druck reponiert. Von medial beginnend, werden winkelstabile Kortikalisschrauben in üblicher Weise (Vorbohren, Gewindeschneiden und Ausmessen) eingebracht. Anschließend erfolgt eine intraoperative Röntgenkontrolle, um die Lage des Implantates sowie Schraubenlage und -länge zu kontrollieren und zu dokumentieren. Dabei soll sich eine schöne Adaptation des AC-Gelenkes zeigen und der Klavikulahochstand vollständig beseitigt sein. Nach Spülung der Wunde wird eine Redondrainage eingebracht. Es folgen adaptierende Faszien- und Subkutannähte und anschließende Hautnaht. Nach Desinfektion und sterilem Hautverband wird ein Gilchrist-Verband angelegt.

Als Nachbehandlung ist folgendes Procedere Standard:

Am ersten postoperativen Tag erfolgt die Drainageentfernung mit anschließender Röntgenkontrolle. Bei komplikationsfreiem Verlauf kann der Patient am 2. bis 3. postoperativen Tag entlassen werden. Die Entfernung des Hautnahtmaterials erfolgt nach 14 Tagen. Der Gilchrist-Verband soll für mindestens vier Tage bis zum Erlangen von Schmerzfreiheit, maximal jedoch zwei Wochen, getragen werden. Bis zur geplanten Metallentfernung nach 12 Wochen soll die Mobilisation ohne Belastung und mit Limitierung der Elevation und Abduktion bis 90° erfolgen.

Das operative Vorgehen bei der **PDS-Augmentation** ist wie folgt:

Anästhesie und Lagerung, sowie das Vorgehen bis zur Darstellung des AC-Gelenkes erfolgen analog dem oben beschriebenen Ablauf bei der Hakenplattenosteosynthese. Nach Anheben der Klavikula mit einem Einzinkerhaken können die beiden Anteile des korakoklavikulären Bandapparates eingesehen und mit nicht-resorbierbaren Fäden angeschlungen werden. In gleicher Weise wird der akromioklavikuläre Bandapparat vorgelegt. Gegenüber dem Processus coracoideus werden zwei parallele Kanäle durch die Klavikula gebohrt. Eine PDS-Kordel wird basisnah um das Korakoid herumgeführt und derart durchgeleitet, dass unter Knüpfen der Naht eine anatomiegerechte Stellung des AC-Gelenkes resultiert. Nun können die vorgelegten korakoklavikulären und akromioklavikulären Fäden geknüpft werden. Falls die Stabilität der Klavikula nicht ausreichend und ein horizontaler Shift resultiert, wird zusätzlich eine PDS-Kordel über zwei Bohrkanäle in der lateralen Klavikula und nahe dem Akromionrand in Achtertour durchgezogen und nach Reposition verknüpft. Nach Spülung, schichtweisem Verschluss der Wunde und sterilem Hautverband wird der Gilchrist-Verband angelegt.

Die Nachbehandlung erfolgt ähnlich der der Hakenplattenversorgung. Der Gilchrist-Verband soll für drei Wochen postoperativ zur Nacht getragen werden. Abduktion und Elevation sind

für sechs Wochen auf 90° zu beschränken. Danach kann das residuale Bewegungsausmaß erarbeitet werden.

In die Auswertung miteinbezogen wurden die Operationsberichte und Arztbriefe.

Die Operationsberichte lieferten Informationen über die Operationstechnik (PDS-Augmentation oder Hakenplattenversorgung), durchgeführte Begleitoperationen, intraoperative Komplikationen und die Operationszeit.

Aus den Arztbriefen wurde die Krankenhausliegezeit, eventuelle postoperative Komplikationen sowie Unfallzeitpunkt und -ursache entnommen. Bei Patienten mit Hakenplattenversorgung wurde weiterhin die Zeit zwischen Implantation und Implantatentfernung bestimmt.

4.5 Statistische Analyse

Die Auswertung der Daten erfolgte statistisch auf einem handelsüblichen Laptop. Die Daten wurden in einer Excel-Datei geführt und statistisch mit dem Programm SPSS (Version 15.0; SPSS, Chicago IL) ausgewertet. Mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests wurde auf Normalverteilung der Daten getestet. Bei vorliegender Normalverteilung wurden der T-Test, und bei nicht-normalverteilten Daten der Mann-Whitney-U-Test angewendet, um Unterschiede im Outcome beider Gruppen zu analysieren. Das Signifikanzlevel wurde mit $p = 0,05$ festgelegt, wobei ein $p\text{-Wert} \leq 0,05$ als statistisch signifikant angesehen wurde.

Um die Aussagekraft der Studie zu erhöhen, wurde vor Beginn eine Power-Analyse durchgeführt. Die Power einer Studie gibt die Teststärke an, um die notwendige Größe der Fallgruppen zu bestimmen, die nötig ist, um statistisch signifikante Ergebnisse zu erzielen. Diese ergab einen $p\text{-Wert}$ von 0,7, betrachtet man folgende Faktoren als für das Outcome entscheidend: die Schultercores (Constant-Murley, Taft, DASH), den radiologischen koraklavikulären und akromioklavikulären Abstand, Schmerz, Op-Dauer, die Zeit bis zur vollständigen Genesung und die Narbenlänge. Bei einem Alpha-Fehler (Irrtumswahrscheinlichkeit) von 5 % ergab sich eine durchschnittliche Effektstärke (ϵ) von 0,69 bei einer Fallzahl von 25 Patienten pro Gruppe. Nach Cohens entspricht dies einer mittleren bis großen Power.⁵⁷

Die Durchführung der Power-Analyse und Auswertung der Daten wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Biostatistik und Informatik der Universität Rostock (Frau Dipl.-Math. H. Krentz) durchgeführt.

5 Ergebnisse

5.1 Patientenkollektiv

Von Januar 2002 bis Juli 2009 wurden 89 Patienten mit akuten AC-Gelenksprengungen vom Typ Rockwood V in der chirurgischen Klinik der Universität Rostock operativ behandelt. Davon entsprachen 81 Patienten den Anforderungen für eine der beiden Gruppen. Insgesamt 58 Patienten wurden in dieser retrospektiven Studie erfasst. 52 Patienten konnten einbestellt und nachuntersucht werden. Von den restlichen 29 Patienten waren 10 Patienten weder telefonisch noch schriftlich zu erreichen, 7 Patienten lehnten wegen zu langer Anfahrtswege, körperlicher Behinderung, privater oder anderer Gründe jegliche Befragung ab. Ein Patient war zwischenzeitlich verstorben, 8 Patienten waren an einen weiter entfernten Ort verzogen, von denen aber zumindest 6 in eine telefonische Befragung einwilligten, und 3 Patienten konnten selbst mit Hilfe des Einwohnermeldeamtes nicht mehr ausfindig gemacht werden.

Bis November 2006 war die PDS-Augmentation die Therapie der Wahl bei akuten AC-Gelenksprengungen und wurde danach auf die Hakenplattenosteosynthese umgestellt. Um die Fallzahl dieser zweiten Gruppe zu erhöhen, wurden zusätzlich 2 Patienten aus dem Südstadtklinikum Rostock rekrutiert, wo seit 2008 die Versorgung mit einer Hakenplatte Therapie der Wahl ist. Auch diese Patienten wurden vom gleichen Untersucher nach exakt demselben Schema nachuntersucht.

Patienten, die im postoperativen Verlauf eine Revisionsoperation nach Weaver & Dunn erhielten, wurden von der Untersuchung ausgeschlossen und werden gesondert erwähnt (s. unten). Ebenfalls ausgeschlossen wurde ein Patient, der nacheinander mit beiden Verfahren, sowohl Hakenplatte als auch PDS-Kordel, therapiert wurde. 2 Patienten der Gruppe Hakenplattenosteosynthese, bei denen nur Untersuchungsergebnisse der 3-Monatskontrolle nach Metallentfernung erhoben werden konnten, wurden in die Studie mit aufgenommen.

Insgesamt ergibt sich eine Fallzahl von 27 Patienten für die Gruppe der Hakenplattenosteosynthese (im nachfolgenden als HP-Gruppe bezeichnet) und 25 mit PDS-Augmentation behandelte Patienten (PDS-K-Gruppe).

Patienten, die nur telefonisch befragt werden konnten, gingen nicht in die statistischen Berechnungen ein, sondern wurden bei Abweichung vom regelrechten Verlauf in den entsprechenden Kapiteln an gesonderter Stelle erwähnt.

Soweit nicht anders angegeben, wurden die Ergebnisse als Mittelwert (MW) \pm Standardfehler (SEM) und die Spannweite in Klammern () dargestellt.

Geschlechter-, Alters- und Seitenverteilung

Das Durchschnittsalter der in dieser Arbeit untersuchten Patienten betrug zum Nachuntersuchungszeitpunkt 42,3 Jahre, wobei der jüngste Patient 23, und der älteste 73 Jahre alt war.

Betrachtet man die Gesamtzahl der Patienten, die wegen einer AC-Gelenksprengung Typ Rockwood V im Nachuntersuchungszeitraum an der Universität Rostock behandelt wurden, sind dies insgesamt 78 Männer und 11 Frauen. Das entspricht einem Männer-Frauen-Verhältnis von 7 : 1. Nachuntersucht wurden 46 männliche und 6 weibliche Patienten. Somit zeigt die Geschlechterverteilung im Patientenkollektiv, mit dem gleichen Verhältnis von 7 : 1, einen repräsentativen Ausschnitt des Ausgangskollektives.

In 31 (59,6 %) Fällen wurde die dominante Schulter operiert, in 21 (40,4 %) Fällen die nicht dominante Seite (Abbildung 21). Abbildung 22 zeigt die Unfallursachen, unterteilt in Häusliche Unfälle, Arbeitsunfälle, Sport- und Verkehrsunfälle.

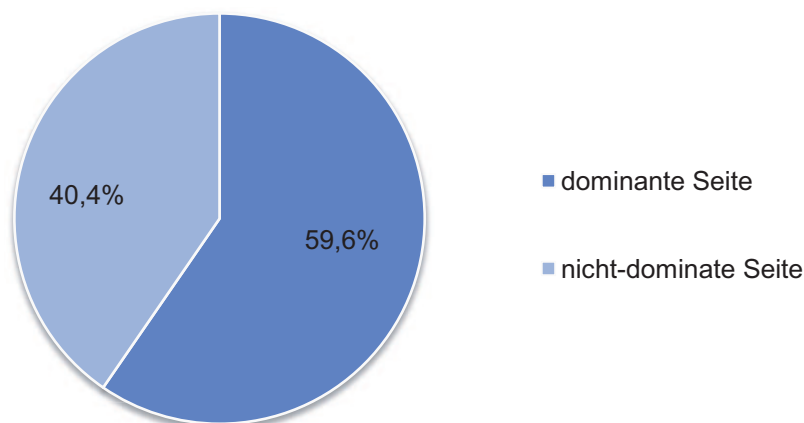


Abbildung 21: Prozentuale Seitenverteilung der AC-Gelenkverletzung im nachuntersuchten Patientenkollektiv

Nachuntersuchungszeitraum

Die Patienten wurden zwischen 9 und 84 Monaten, im Durchschnitt 31,2 Monaten, nachdem sie sich die Verletzung zugezogen hatten, abschließend nachuntersucht. Dabei wurden die Patienten der HP-Gruppe nach durchschnittlich 14,1 Monaten (9,0 – 31,0) und die der PDS-K-Gruppe nach durchschnittlich 49,8 Monaten (11,0 – 84,0) nachuntersucht.

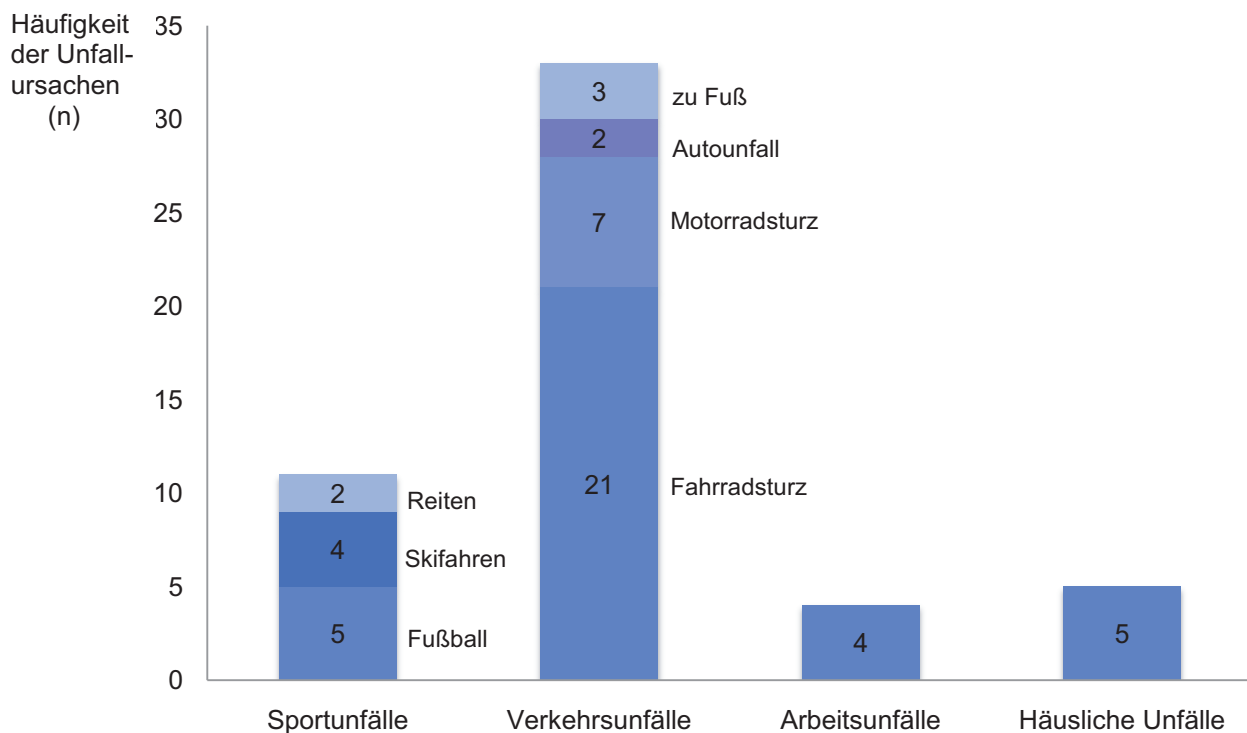


Abbildung 22: Unfallursachen im nachuntersuchten Patientenkollektiv

Zeit bis zur OP, OP-Dauer, Krankenhausaufenthalt

Die mit PDS-Augmentation versorgten Patienten wurden im Median $8 \pm 1,1$ Tage (3 – 21), nachdem sie sich die Verletzung zugezogen hatten, die der HP-Gruppe im Median nach $9 \pm 0,9$ Tagen (2 – 23) operiert.

Die OP-Dauer der PDS-Augmentation lag ohne weitere Osteosynthesen bei $65,3 \pm 4,8$ Minuten (40,0 – 135,0), nach Hakenplattenimplantation bei $42,9 \pm 2,2$ Minuten (29,0 – 65,0; T-Test $p \leq 0,0001$). In der Gruppe der Hakenplattenosteosynthesen dauerte die Operation zur Metallentfernung durchschnittlich $32,9 \pm 3,4$ Minuten, bei maximal 55 und minimal 18 Minuten (Abbildung 23). Durchschnittlich fand die Entfernung der Hakenplatte $13,4 \pm 1,4$ Wochen (4,0 – 39,0) nach Implantation statt.

Die PDS-K-Patienten wurden zwischen dem 2. und 14. postoperativen Tag entlassen, die mittlere stationäre Liegezeit betrug $4,6 \pm 0,5$ Tage (im Median 4,0 Tage). HP-Patienten konnten zwischen dem 1. und 7. postoperativen Tag die Klinik verlassen, durchschnittlich entsprach dies $5,3 \pm 1,6$ Tagen (im Median 3,5 Tagen). Der postoperative stationäre Aufenthalt nach Metallentfernung lag bei $1,2 \pm 0,3$ Tagen (0 – 4,0) (Abbildung 24).

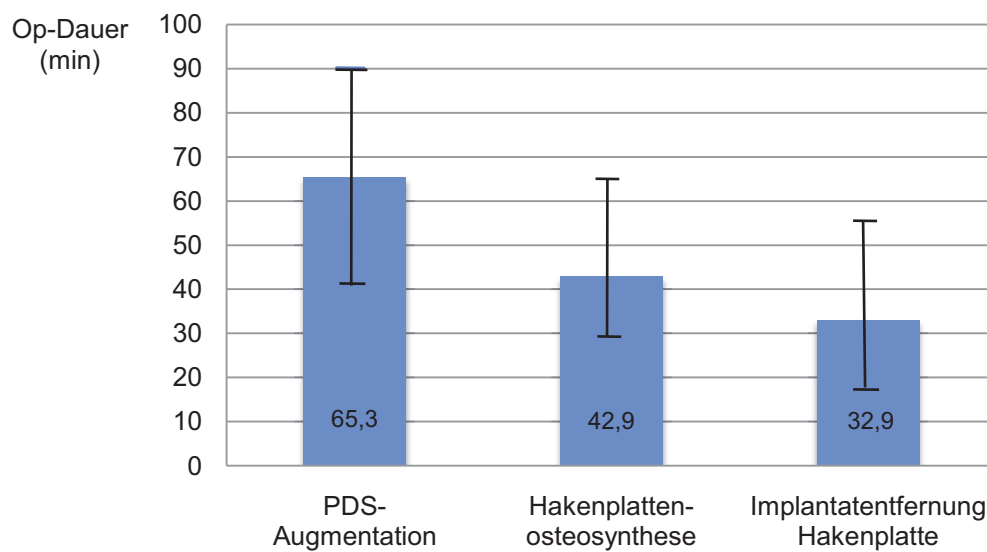


Abbildung 23: Durchschnittliche Operationszeit (in min) für die Versorgung einer AC-Gelenksprengung im PDS-K-Kollektiv mit Zuggurtungsosteosynthese, im HP-Kollektiv mit Hakenplattenosteosynthese und für die Implantatentfernung der Hakenplatte, $p \leq 0,0001$, T-Test für unverbundene Stichproben

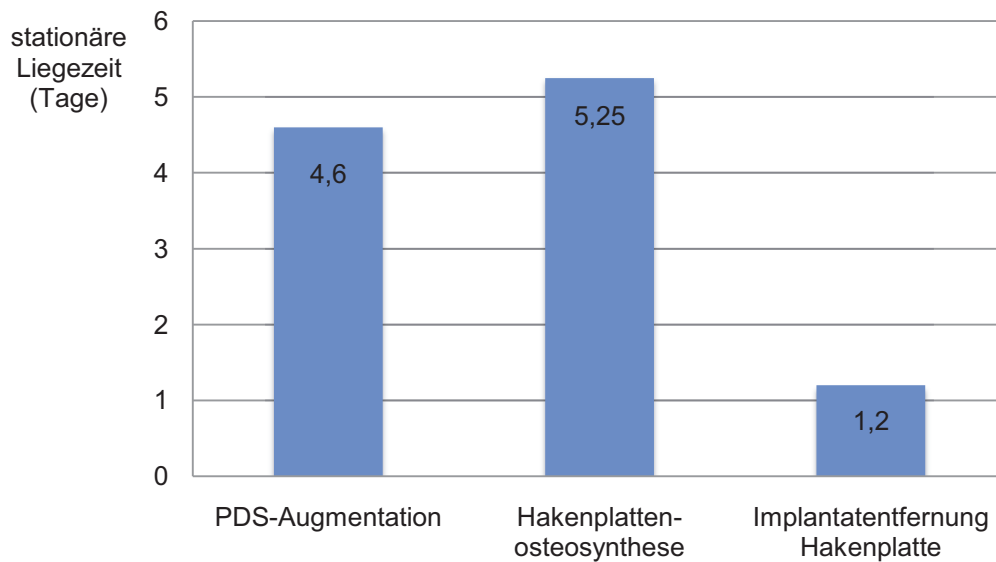


Abbildung 24: Durchschnittliche stationäre Liegezeit nach Versorgung im PDS-K-Kollektiv, im HP-Kollektiv und nach Implantatentfernung der Hakenplatte

Physiotherapie

Postoperativ erhielten 21 Patienten (91 %) der PDS-K-Gruppe und 17 Patienten (68 %) der HP-Gruppe physiotherapeutische Behandlung in unterschiedlichem zeitlichen Umfang. Zwei (8 %) PDS-K-Patienten und acht (32 %) HP-Patienten kamen aus unterschiedlichen Gründen nicht in den Vorzug einer Physiotherapie. Von letzteren war dies bei drei Patienten (12 %) bereits direkt postoperativ nicht mehr notwendig.

5.2 Radiologisches Ergebnis

5.2.1 Korakoklavikuläre Distanz

Von allen Patienten lagen präoperative Aufnahmen vor, die einen Vergleich zwischen gesunder und erkrankter Schulter zuließen (Panoramaaufnahme). Die Situation direkt postoperativ ließ sich bei 41 Patienten (HP: 21, PDS-K: 20) schultervergleichend auswerten. Von allen Patienten konnte zum abschließenden Nachuntersuchungszeitpunkt eine radiologische Aufnahme angefertigt werden.

Der entscheidende Parameter zur Beurteilung der Stellung im AC-Gelenk ist die korakoklavikuläre Distanz. Direkt postoperativ fand sich eine gute Wiederherstellung der Anatomie in der HP-Gruppe mit einem korakoklavikulären Abstand von $-4,4 \pm 4,0$ % ($-10,0 - 0$ %) im Vergleich zur gesunden Seite, also in überkorrigierter Gelenkstellung. Hingegen in der PDS-K-Gruppe betrug dieser $11,0 \pm 3,8$ % ($0 - 30,0$ %; $p = 0,003$, T-Test). Zur abschließenden Nachuntersuchung war die korakoklavikuläre Distanz der HP-Gruppe um durchschnittlich $16,7 \pm 4,6$ % größer ($0 - 70,0$ %) als auf der gesunden Seite, in der PDS-K-Gruppe um $23,9 \pm 5,5$ % ($0 - 75,0$ %) (Abbildungen 25, Tabelle 4).

Tabelle 4: Korakoklavikuläre Distanz (im Vergleich zur gesunden Schulter) direkt postoperativ und zur abschließenden Nachuntersuchung (durchschnittlich 2,7 Jahre nach Verletzung)

	Korakoklavikulärer Abstand	
	Hakenplattenosteosynthese	PDS-Augmentation
direkt postoperativ	$-4,4 \pm 4,0$ % ($-10,0 - 0$ %)	$11,0 \pm 3,8$ % ($0 - 30,0$ %)
zur abschließenden Nachuntersuchung	$16,7 \pm 4,6$ % ($0 - 70,0$ %)	$23,9 \pm 5,5$ % ($0 - 75,0$ %)

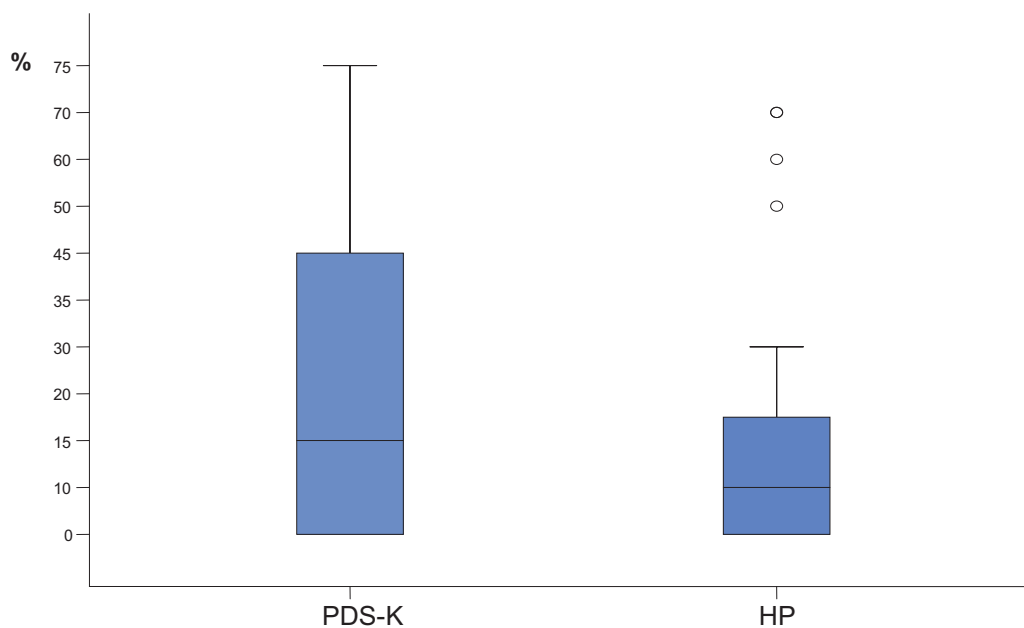


Abbildung 25: Korakoklavikuläre Distanz zur abschließenden Nachuntersuchung als prozentuale Angabe im Vergleich zur unverletzten Gegenseite (n = 47 Patienten, Schultern mit vollständiger Relaxation gingen in die Berechnung des korakoklavikulären Abstandes nicht mit ein)

Eine korakoklavikuläre Distanz von $\geq 100\%$ wurde als Therapieversagen im Sinne einer vollständigen Relaxation gewertet. Dies fand sich bei 2 Patienten der HP-Gruppe (7 %) und 3 Patienten (12 %) der PDS-K-Gruppe. Bei jeweils 4 Patienten (HP: 15 %, PDS-K: 16 %) kam es zu einer Subluxation (korakoklavikuläre Abstand 100 – 50 %). Insgesamt 18 AC-Gelenke (72 %) der PDS-K-Gruppe und 20 (74 %) der HP-Gruppe boten ein normales radiologisches Erscheinungsbild. Ein Patient der HP-Gruppe zeigte ein in überkorrigierter Gelenkstellung korrigiertes AC-Gelenk (Tabelle 5).

Tabelle 5: Gelenkstellung zur abschließenden Nachuntersuchung

*Vergrößerung der korakoklavikulären Distanz um $> 100\%$ im Vergleich zur gesunden Schulter

	n	Physiologische Gelenkstellung	Überkorrigierte Gelenkstellung	Subluxation	Relaxation*
PDS-K	25	18	0	4	3
HP	27	20	1	4	2

Die im Folgenden dargestellten Röntgenbildserien zeigen gelungene Repositionen in anatomischer Gelenkstellung nach PDS-Augmentation (Abbildung 26 a - b) und HP-Osteosynthese (Abbildung 27 a - f).

Abbildungen 26 a - b: Fall eines 37-jährigen Mannes, der beim Fußballspielen stürzte und sich eine AC-Gelenksprengung vom Typ Rockwood V zuzog. Die operative Versorgung erfolgte mittels PDS-Zuggurtungsosteosynthese. 40 Monate postoperativ zeigte sich eine gute Stellung im AC-Gelenk.



Abbildung 26 a: Präoperative Röntgenaufnahme mit AC-Gelenksprengung Typ Rockwood V, rechte Schulter



Abb. 26 b Postoperative Röntgenaufnahme des gleichen Patienten nach Versorgung der AC-Gelenksprengung mit PDS-Zuggurtungsosteosynthese, regelrechte Stellung im Akromioklavikulargelenk

Umseitig Abbildungen 27 a - f: Fall eines 27-jährigen Mannes, der sich durch einen Fahrradsturz eine AC-Gelenksprengung vom Typ Rockwood V zuzog, die mit Hakenplattenosteosynthese versorgt wurde. Die intraoperativen Bilder zeigen eine regelrechte Lage der Hakenplatte. Nach der Implantatentfernung der Hakenplatte zeigte sich eine anatomische Einstellung der Strukturen im AC-Gelenk. Diese konnte auch 12 Monate postoperativ noch gehalten werden.

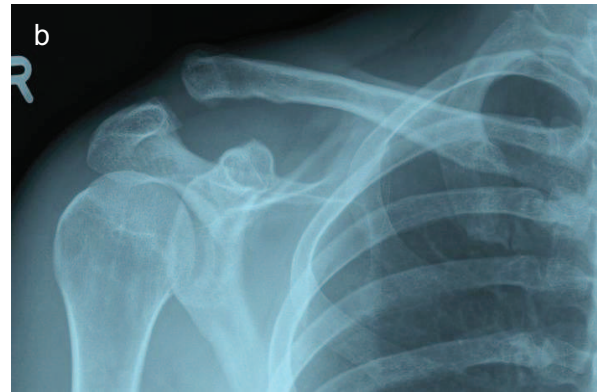


Abb. 27: ACG-Sprengung Typ Rockwood V.
a Y-View-Aufnahme,
b a.p.-Aufnahme Schulter rechts

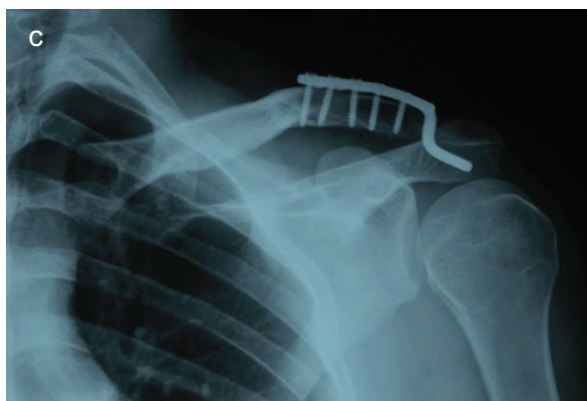


Abb. 27 c: Röntgenaufnahme des gleichen Patienten nach Versorgung mit Hakenplatten-osteosynthese. Es zeigt sich eine regelrechte Lage der Hakenplatte.



Abb. 27 d: Postoperative Röntgenaufnahme des gleichen Patienten nach Implantatentfernung der Hakenplatte. Regelrechte Stellung im AC-Gelenk.

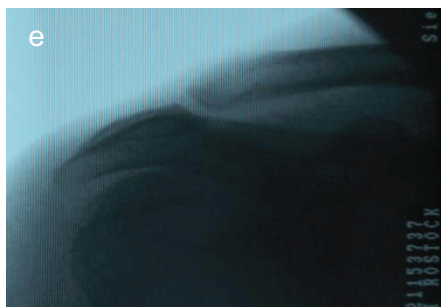


Abb. 27 e: Bildwandlernaufnahme 12 Monate nach operativer Versorgung. Gesunde Schulter.

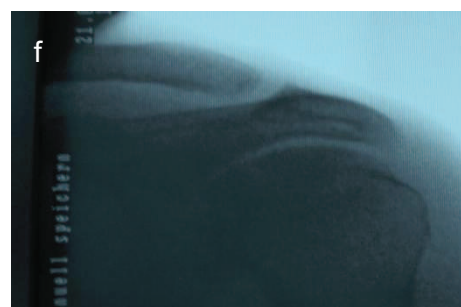


Abb. 27 f: Bildwandlernaufnahme der operativ versorgten Seite 12 Monate postoperativ. Die betroffene Schulter zeigt eine anatomische Stellung im AC-Gelenk entsprechend der gesunden Seite.

5.2.2 Akromioklavikuläre Distanz

Der akromioklavikuläre Abstand als Zeichen der Gelenkspaltvergrößerung war im Kollektiv der Hakenplatten um das Doppelte ($\triangleq 1,0 \pm 0,2$ -fach, 0 - 2,3-fach), in der PDS-K-Gruppe um das $1,8 \pm 0,5$ -fache (0 - 9,0-fach) verbreitert.

5.2.3 Akromioklavikuläre Pathologien

Insgesamt 6 Patienten (11,5 %) wiesen zum Nachuntersuchungszeitpunkt eine AC-Gelenkarthrose auf (HP: 4, PDS-K: 2), gezeigt in Abbildung 28. Von diesen Gelenken waren 3 in physiologischer Stellung verheilt, 1 in überkorrigierter, 1 in subluxierter und 1 in luxierter Gelenkstellung (Tabelle 6). Ein Patient der HP-Gruppe zeigte bereits präoperativ Arthrosezeichen.

5 Patienten der HP-Gruppe wiesen Osteolysen im Bereich des Processus acromialis auf. Die Abbildungen 29 a - d zeigen die Bildserie eines Patienten, den dies betraf.



Abbildung 28: AC-Gelenkarthrose nach operativer Versorgung einer AC-Gelenksprengung mit PDS-Augmentation

Abbildungen 29 a - d: Röntgenaufnahmen nach AC-Gelenksprengung und Osteosynthese mit Hakenplatte, im postoperativen Verlauf kam zu Osteolysen im Akromion und einer Redislokation.

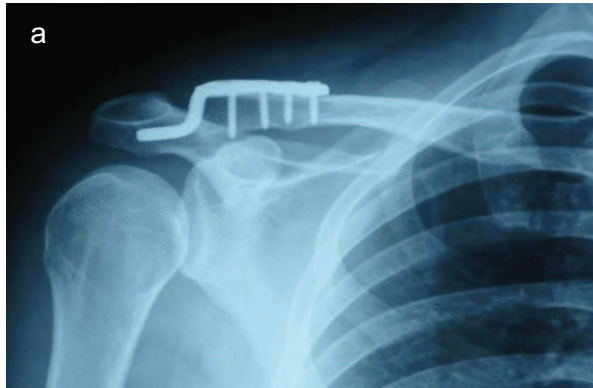


Abbildung 29 a: Röntgenaufnahme direkt postoperativ nach ACG-Läsion und Hakenplattenosteosynthese. Korrekter Sitz des Hakens subakromial.

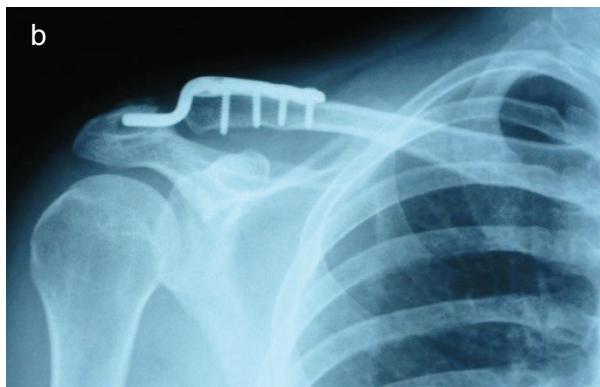


Abbildung 29 b: Röntgenaufnahme des gleichen Patienten 3 Monate postoperativ. Der Haken der Platte penetriert den Processus acromialis.



Abbildung 29 c: Röntgenaufnahme des gleichen Patienten nach Implantatentfernung der Hakenplatte. Anatomische Einstellung des AC-Gelenkes mit Osteolysen im Processus acromialis.



Abbildung 29 d: Röntgenaufnahme des gleichen Patienten zum Nachuntersuchungszeitpunkt 13 Monate postoperativ. Redislokation im AC-Gelenk.

Beide Gruppen erzielten im radiologischen Teil des Taft-Scores identische Ergebnisse mit $3,4 \pm 0,2$ Punkten (1,0 – 4,0). Dieses, angesichts der besseren AC-Gelenkstellung in der HP-Gruppe unerwartete Ergebnis, erklärt sich durch die hohe negative Bewertung arthrotischer Veränderungen im Taft-Score.

Tabelle 6: Ergebnisse der radiologischen Auswertung: AC-Gelenkarthrosen, akromiale Ostolysen und die radiologische Stellung des betroffenen Gelenkes

	AC-Gelenkarthrose	Osteolysen Proc. acromialis	Radiologische Gelenkstellung
Hakenplatten- osteosynthese	n = 4 (14,8 %)	n = 5 (18,5 %)	
	2	2	normal
	1	-	überkorrigiert
	-	2	subluziert
	1	1	luxiert
PDS- Augmentation	n = 2 (8,0 %)	n = 0 (0 %)	
	1	0	normal
	-	-	überkorrigiert
	1	-	subluziert
	-	-	luxiert

5.3 Funktionelles Ergebnis

5.3.1 Beweglichkeit und Kraft

Bei der Untersuchung der Beweglichkeit wurden die aktive Abduktion und Anteversion nach der Neutral-Null-Methode in Grad gemessen. Die maximal möglichen Gradzahlen sind in Tabelle 1 (Kap. 4.3.1) dargestellt. Am Ende der Follow-up-Periode zeigten beide Gruppen sehr gute durchschnittliche Werte: Die PDS-K-Gruppe erreichte sowohl für Abduktion, als auch Anteversion 100 % der Beweglichkeit der Gegenseite, die HP-Gruppe 94 % in Abduktion und 98 % in Anteversion. Der schlechteste Patient, mit einer Abduktion von nur 110°, war mit dem Endresultat erstaunlicherweise vollkommen zufrieden und klagte über keinerlei Einschränkungen. Ein anderer Patient der HP-Gruppe, der das schlechteste Ergebnis in Anteversion mit nur 100° erreichte, war stark eingeschränkt und litt unter stärksten Schmerzen. Die Einzelergebnisse sind in Tabelle 7 dargestellt.

Insgesamt hatten jeweils 4 Patienten der HP-Gruppe und 2 Patienten der PDS-K-Gruppe Bewegungseinschränkungen in Abduktion und Anteversion von $\geq 20^\circ$ im Seitenvergleich.

Tabelle 7: Postoperatives Bewegungsausmaß, dargestellt anhand der mit der Neutral-Null-Methode gemessenen Abduktion und Anteversion (absolute Zahlen, Angabe in Grad, volle Beweglichkeit entspricht 180°); funktioneller Teil des Constant-Murley-Scores (absolute Zahlen, jeweils 10 Punkte können für Abduktion, Anteversion, Innenrotation und Außenrotation erreicht werden, max. 40 Punkte);

* Prozentanteil der gesunden Seite

Bewegungs- ausmaß anhand	PDS-Augmentation			Hakenplattenosteosynthese		
	Betroffene Schulter	Gesunde Schulter	Beweglich- keit *	Betroffene Schulter	Gesunde Schulter	Beweglich- keit *
Neutral-Null- Methode						
Abduktion	$168 \pm 1,9^\circ$ ($140-180^\circ$)	$168 \pm 4,3^\circ$ ($70-180^\circ$)	100 %	$164 \pm 4,3^\circ$ ($100-180^\circ$)	$175 \pm 3,7^\circ$ ($100-180^\circ$)	94 %
Anteversion	$167 \pm 4,6^\circ$ ($110-180^\circ$)	$167 \pm 6,0^\circ$ ($70-180^\circ$)	100 %	$162 \pm 3,1^\circ$ ($110-180^\circ$)	$165 \pm 3,0^\circ$ ($120-180^\circ$)	98 %
Constant- Score: funktionelles Ergebnis	$38 \pm 0,6$ Punkte (28-40)			$37 \pm 0,8$ Punkte (25-40)		

Die Innenrotation wurde nach Constant und Murley mittels des Schürzengriffs bestimmt: Der Patient versucht, mit dem Handrücken soweit wie möglich an seinem eigenen Rücken hoch zu fahren. 15 Patienten (60 %) der PDS-K-Gruppe erreichten die Interskapularregion und bekamen dafür die volle Punktzahl von 10 im Constant-Murley-Score. Den 12. Brustwirbelkörper erreichten weitere 8 Patienten (32 %) (8 Punkte). In der HP-Gruppe erreichten 10 Patienten (37 %) die Interskapularregion und 15 Patienten (56 %) BWK 12. Detaillierte Ergebnisse sind in Abbildung 30 dargestellt.

Der Mittelwert der erreichten Punktzahl im Constant-Score, lag in beiden Gruppen bei 9,0 Punkten.

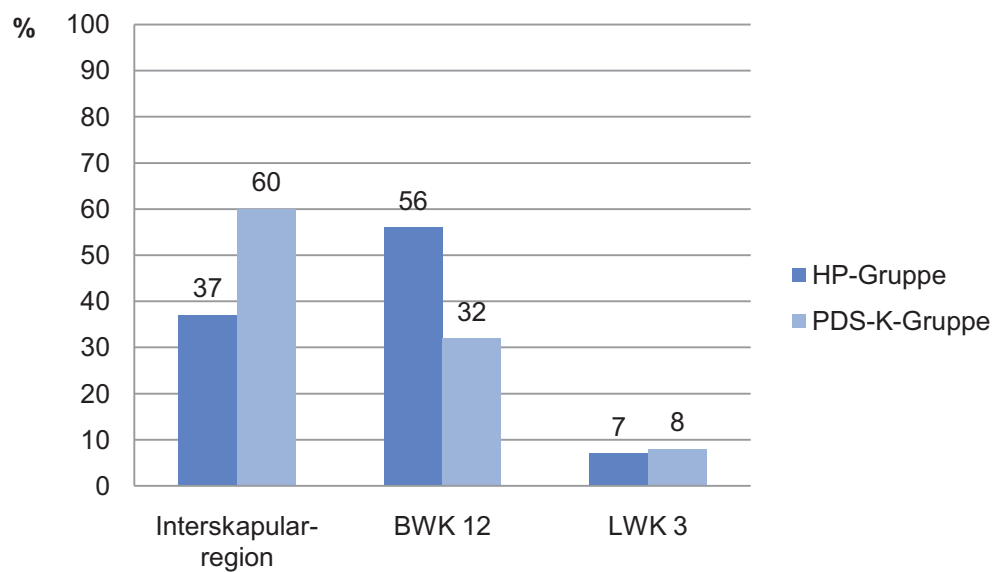


Abbildung 30: Funktionelle Fähigkeiten der Patienten, den Schürzengriff auszuführen und Höhe, bis zu der dieser möglich war (in %).

Analog wurde die Außenrotation bestimmt, indem der Patient die Hand am Rücken herunterschleppen und versuchen sollte, die Höhe des 3./4. Brustwirbel zu erreichen. Dies schafften in der HP-Gruppe 24 Patienten (89 %) und in der PDS-K-Gruppe 23 Patienten (92 %). Auch die Fähigkeit, den Nackengriff auszuführen, geht in den Constant-Murley-Score ein. Das Gesamtergebnis des funktionellen Teils des Constant-Murley-Scores ist in Tabelle 11 dargestellt.

An klinischen Tests wurden der „painful arc“ als Hinweis für ein Impingement-Syndrom und der Apprehensionstest durchgeführt. Ersterer war bei einem Patienten (4 %) der PDS-K-Gruppe positiv und keinem der HP-Gruppe. Der Apprehensionstest war bei keinem Patienten positiv.

Wie Abbildung 31 zeigt, hatten nur 19 Patienten (70 %) der HP-Gruppe und 15 Patienten (60 %) der PDS-K-Gruppe zum Nachuntersuchungszeitpunkt einen physiologischen Schultergradstand. Eine Stufenbildung war bei 12 Patienten (48 %) der HP-Gruppe und 15 Patienten (60 %) der PDS-K-Gruppe tastbar. Bei keinem der Patienten war ein Klaviertastenphänomen auslösbar.

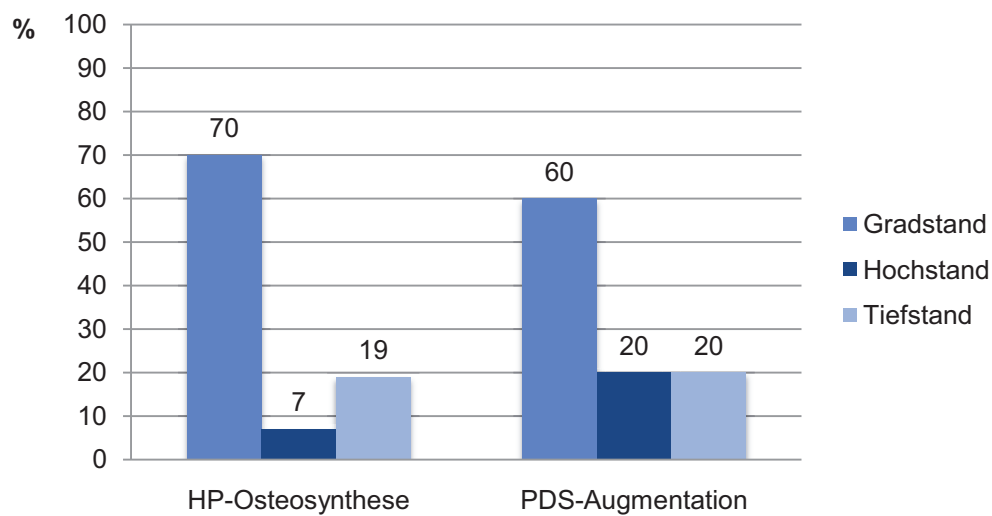


Abbildung 31: Schulterstand der operierten Seite in den Patientenkollektiven, prozentuelle Angabe

Im Fragebogen sollten die Patienten angeben, bis zu welcher Höhe sie problemlos arbeiten können (Abbildung 27). Für die Mehrzahl der Patienten (HP: 16; 67 % / PDS-K: 22; 88 %) war Über-Kopf-Höhe kein Problem. Weitere 6 Patienten (25 %) der HP-Gruppe und 2 (8 %) der PDS-K-Gruppe sind immerhin bis Hals-Höhe uneingeschränkt. Die schlechtesten Ergebnisse erzielten 2 Patienten (8 %) der HP-Gruppe, die nur bis auf Höhe Brustbein, und ein Patient (4 %) der PDS-K-Gruppe, der bis Höhe Gürtellinie, schmerzfrei war.

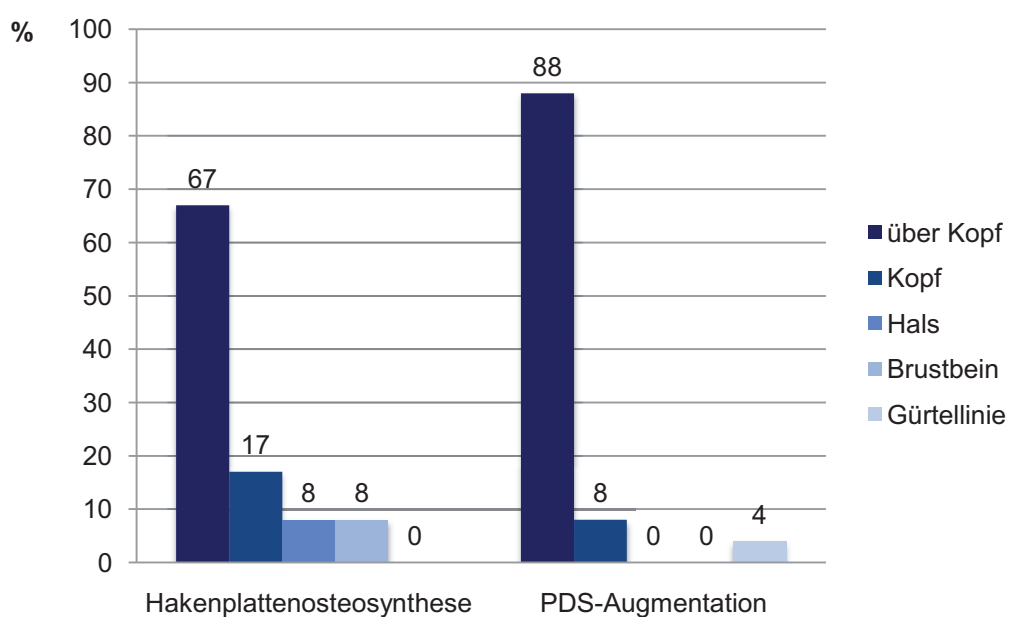


Abbildung 32: Höhe, bis zu der problemlos gearbeitet werden kann, prozentuelle Angabe

Die maximale Kraft, die postoperativ erreicht werden konnte, unterscheidet sich nicht in den Gruppen. Beide konnten durchschnittlich $11,7 \pm 0,5$ kg (2,5 - 12,5) in 90° abduziertem und innenrotiertem Arm heben. Der maximal erreichbare Wert betrug 12,5 kg. Ein Patient der PDS-K-Gruppe und 2 Patienten der HP-Gruppe hatten im Seitenvergleich zur unverletzten Seite einen Kraftverlust von $\geq 2,5$ kg.

Funktion im Alltag

In der Analyse der Ergebnisse der subjektiven Funktionalität der Schulter fiel auf, dass 7 Patienten (28 %) der HP-Gruppe über eine gelegentliche Schultersteife klagten. Dies ist signifikant häufiger als in der PDS-K-Gruppe ($n = 1$; 4 %, $\text{Chi}^2\text{-Test } p = 0,021$). Objektiviert werden im Sinne einer Frozen Shoulder oder Stiff Shoulder konnte diese bei keinem der Patienten.

Krepitationen bei Bewegung spürten 11 Patienten (41 %) der HP-Gruppe und 12 Patienten (48 %) der PDS-K-Gruppe. Ein geringes bis mäßiges Schwächegefühl beklagten 10 Patienten (37 %) der HP-Gruppe und 5 Patienten (20 %) der PDS-K-Gruppe.

Kribbelnde Missempfindungen hatten 8 Patienten (29 %) der HP-Gruppe in geringer bis mäßiger Ausprägung, einen Patienten (4 %) störte dies sogar erheblich. In der PDS-K-Gruppe klagten darüber 7 Patienten (28 %) in geringer bis mäßiger Ausprägung (Tabelle 8).

Tabelle 8: Subjektives Empfinden der Patienten an der operierten Schulter vermehrt unter Schultersteife, Schwächegefühl, Kribbeln oder Krepitationen zu leiden (numerische und prozentuale Angaben)

	Hakenplattenosteosynthese		PDS-Augmentation	
	Anzahl	(%)	Anzahl	(%)
Schultersteife	7	26 %	1	4 %
Schwächegefühl	10	37 %	5	20 %
▪ gering	7	26 %	5	20 %
▪ mäßig	3	11 %	0	0 %
Krepitationen	11	41 %	12	48 %
▪ nur operierte Seite	7	26 %	10	40 %
▪ beidseits	4	15 %	2	8 %
Kribbeln	9	33 %	7	28 %
▪ gering	6	22 %	6	24 %
▪ mäßig	2	7 %	1	4 %
▪ erheblich	1	4 %	0	0 %

5.3.2 Schmerz

Die Patienten wurden nach ihrer subjektiven Schmerzempfindung gefragt. Anhand einer visuellen Analogskala (VAS) mit den Endpunkten: kein Schmerz (0) und schwerster vorstellbarer Schmerz (10) wurde für jeden Patienten ein dem aktuellen Schmerz entsprechender Wert ermittelt. Die HP-Gruppe erreichte durchschnittlich $0,8 \pm 0,2$ (0 – 5,0), die PDS-K-Gruppe $0,8 \pm 0,2$ (0 – 3,4). Zudem sollten die Patienten im Rahmen des Constant-Murley-Scores die Schulterschmerzen anhand der Attribute *kein*, *leicht*, *mäßig* und *stark* einschätzen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Angabe zum Schmerz nach Versorgung mit Hakenplattenosteosynthese und PDS-Augmentation

aktueller Schmerz	Hakenplattenosteosynthese		PDS-Augmentation	
	Anzahl	(%)	Anzahl	(%)
kein	11	46 %	16	64 %
gering	10	42 %	7	28 %
mäßig	2	8 %	2	8 %
stark	1	4 %	0	0 %

Um den Vergleich mit eventuell schon vor der Verletzung bestehenden Schmerzen führen zu können, wurden die Patienten im Fragebogen gebeten, ihre Schmerzen an einer von 0 bis 10 nummerierten Skala zu markieren - und zwar den Schmerz vor der Verletzung, bei HP-Patienten den Schmerz mit Implantat und den aktuellen Schmerz. In der PDS-K-Gruppe nahm der Schmerz von durchschnittlich 0,0 (0 – 0) vor der Verletzung auf aktuell $1,2 \pm 0,3$ (0 – 6,0) zu. HP-Patienten hatten vor dem Trauma ebenfalls 0,0 Schmerzen (0 – 1), mit dem Implantat war ein Anstieg auf $3,7 \pm 0,9$ (0 – 9,0) zu verzeichnen, um aktuell wieder auf $1,0 \pm 0,3$ (0 – 7,0) abzufallen (Tabelle 10). Ein Patient (4 %) der HP-Gruppe musste regelmäßig nicht-steroidale Antiphlogistika einnehmen, um schmerzfrei zu sein. Ein weiterer (4 %) gab gelegentliche Schmerzmitteleinnahme an. Keiner der Patienten der PDS-K-Gruppe gab Schmerzmitteleinnahme an.

Funktionelles Ergebnis der HP-Gruppe vor Implantatentfernung

Vor der Implantatentfernung konnten die Patienten im Mittel $115 \pm 13,1^\circ$ (40 – 170) antevertieren und $108 \pm 12,0^\circ$ (40 – 180) abduzieren. 3 Patienten (11 %) erreichten sogar volle Beweglichkeit mit Werten $> 160^\circ$ in beiden Ebenen. Auch zu dieser Untersuchung wurde den

Patienten eine visuelle Analogskala (VAS) vorgelegt. Im Durchschnitt wurde der Schmerz mit $1,6 \pm 1,0$ angegeben. Dabei waren Einzelwerte von 0 bis 4,3 vertreten.

Tabelle 10: Schmerzen bei Aktivitäten im täglichen Leben, subjektiv bewertet anhand einer von 0 (kein) bis 10 (maximal vorstellbarer Schmerz) nummerierten Skala

Schmerzen im tägl. Leben	HP-Osteosynthese				PDS-Augmentation				p
	Min	Max	MW	SEM	Min	Max	MW	SEM	
vor der Verletzung	0	1,0	0	0	0	0	0	0	0,317
mit Hakenplatte in situ	0	9,0	3,7	0,5	-	-	-	-	-
mind. 9 Monate postoperativ	0	7,0	1,0	0,3	0	6,0	1,2	0,3	0,639

5.3.3 Scores

Ergebnisse im Constant-Murley-Score

Im Constant-Murley-Score erreichten beide Gruppen sehr gute durchschnittliche Werte. Von maximal 100 erreichbaren Punkten erzielte die HP-Gruppe $91 \pm 2,2$ Punkte (49 – 100) und die PDS-K-Gruppe $95 \pm 1,0$ Punkte (84 – 100). Nur ein Patient der HP-Gruppe erreichte keinen sehr guten Punktwert (entspricht 100 - 75 Punkten). In allen Teilaspekten des Scores hatte dieser Patient Abzüge und somit nur ein befriedigendes Ergebnis (49 - 25 Punkte) mit 49 Punkten.

Die Ergebnisse der Kraftmessung ergaben, dass in der PDS-K-Gruppe alle Patienten die maximale Punktzahl erreichten (100 %), in der HP-Gruppe wurden durchschnittlich $97 \pm 0,6$ % (39 - 100) der maximalen Punktzahl erreicht.

Die Beweglichkeit wurde getrennt gemessen für Abduktion, Anteversion, Innenrotation und Außenrotation. Die detaillierten Ergebnisse sind in Kapitel 5.3.1 dargestellt. Insgesamt wurde eine durchschnittliche Beweglichkeit von $95 \pm 0,6$ % (70 - 100) der optimalen Beweglichkeit in der PDS-K-Gruppe und $92 \pm 0,8$ % (63 - 100) in der HP-Gruppe erzielt.

Im Schmerz-Teil des Constant-Murley-Scores erreichten PDS-K-Patienten im Mittel $86 \pm 0,6$ % (33 - 100) der vollen Schmerzfreiheit, HP-Patienten $79 \pm 0,8$ % (0 - 100). Die Einzelergebnisse sind in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Constant-Murley-Score, Ergebnisse der Subscores und Gesamtergebnis in Punkten

Kategorie	HP-Osteosynthese				PDS-Augmentation				
	Min	Max	MW	SEM	Min	Max	MW	SEM	p
Schmerz	0	15,0	11,8	0,8	5,0	15,0	12,9	0,6	0,296
tägl. Aktivitäten	10,0	20,0	18,6	1,0	12,0	20,0	18,7	0,4	0,913
Beweglichkeit	25,0	40,0	36,7	0,8	28,0	40,0	38,0	0,6	0,337
Kraft	10,0	25,0	24,2	0,6	25,0	25,0	25,0	0	0,770
Gesamt	49,0	100,0	91,2	2,2	84,0	100,0	94,6	1,0	0,174

Ergebnisse im DASH-Score

Subjektiv bewerteten die Patienten der PDS-K-Gruppe ihre Schulterfunktion mit durchschnittlich $3,4 \pm 1,1$ Punkten (0 – 21,0) besser als HP-Patienten mit $8,0 \pm 2,3$ Punkten (0 – 37,0) (Tabelle 12).

Tabelle 12: Ergebnisse im DASH-Score in Punkten (0 Punkte optimale Funktion, 100 Punkte maximale Behinderung)

Hakenplattenosteosynthese				PDS-Augmentation				
Min	Max	MW	SEM	Min	Max	MW	SEM	p
0	37,0	8,0	2,3	0	21,0	3,4	1,1	0,820

Ergebnisse im Taft-Score

Die maximal erreichbare Gesamtpunktzahl im Untersuchungsscore nach Taft beträgt 12 Punkte. Im Gesamtkollektiv der PDS-Augmentation wurden im Mittel $10,0 \pm 0,4$ Punkte (6,0 – 12,0), im HP-Kollektiv $9,4 \pm 0,5$ Punkte (3,0 – 12,0) erreicht.

Die Subscores (subjektiv, objektiv und radiologisch) wurden getrennt ausgewertet und sind in Tabelle 13 dargestellt. Maximal sind pro Subscore 4 Punkte erreichbar. In der HP-Gruppe wurden bei der subjektiven Bewertung des Schmerzes und dem Grad der Steifheit $3,3 \pm 0,2$ Punkte (1,0 – 4,0), bei der objektiven Einschätzung der Kraft und Beweglichkeit $2,7 \pm 0,2$ Punkte (0 – 4,0) und bei der radiologischen Beurteilung $3,4 \pm 0,2$ Punkte (1,0 – 4,0) erzielt. In der PDS-K-Gruppe wurden $3,5 \pm 0,1$ Punkte (2,0 – 4,0) im subjektiven Teil, im

objektiven $2,8 \pm 0,2$ Punkt (0 – 4,0) und ebenfalls $3,4 \pm 0,2$ Punkte (1,0 – 4,0) im radiologischen Teil erreicht.

Tabelle 13: Taft-Score, Ergebnisse der Subscores und Gesamtergebnis in Punkten

Kategorie	HP-Osteosynthese				PDS-Augmentation				p
	Min	Max	MW	SEM	Min	Max	MW	SEM	
Subjektiver Teil	1,0	4,0	3,3	0,2	2,0	4,0	3,5	0,1	0,475
Objektiver Teil	0	4,0	2,7	0,2	0	4,0	2,8	0,2	0,657
Radiologischer Teil	1,0	4,0	3,4	0,2	1,0	4,0	3,4	0,2	0,886
Gesamt	3,0	12,0	9,4	0,5	6,0	12,0	10,0	0,4	0,579

Ergebnisse der Scores der HP-Gruppe vor IE der Hakenplatte

Mit dem Implantat in situ wurden im Constant-Murley-Score durchschnittlich $79,0 \pm 5,6$ Punkte (64,0 – 93,0) erreicht. Dies entspricht einem sehr guten Ergebnis.

Die subjektive Funktion im DASH-Score wurde mit $26,2 \pm 25,2$ Punkten (3,0 – 65,0) angegeben.

5.3.4 Patientenzufriedenheit

Beruf und Freizeitaktivitäten

Berufstätig waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 36 Patienten. 6 waren berentet und 2 Patienten arbeitslos. Die durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit betrug in der HP-Gruppe $14 \pm 3,0$ Wochen (1 – 52), in der PDS-K-Gruppe $12 \pm 4,3$ Wochen (2 – 96) (Abbildung 33). Anamnestisch gaben 56 % aller Patienten (29 Schultern) eine Überkopfbelastung im Beruf an, 44 % der Patienten übten einen Beruf ohne Überkopfbelastung aus. Ein Patient, der mit PDS-Augmentation versorgt wurde, musste postoperativ auf Grund einer eingeschränkten Schulterfunktion den Beruf wechseln.

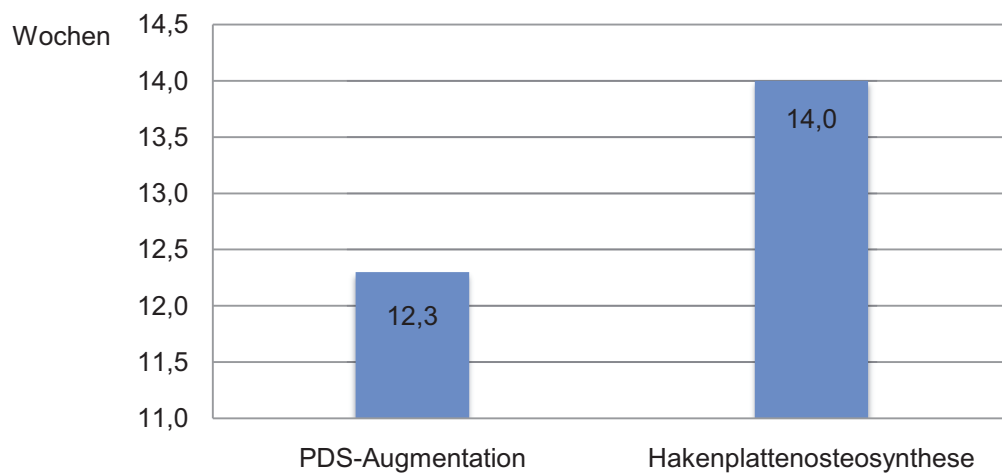


Abbildung 33: Arbeitsunfähigkeit nach PDS-Augmentation und Hakenplattenosteosynthese (numerische Angabe in Wochen)

Weiterhin beinhaltete der Anamnesebogen mehrere Fragen, die die sportliche Aktivität des Patienten betreffen. Vor der Operation betrieben 87 % aller nachuntersuchten Patienten Sport. Von denen üben postoperativ 40 % einen nicht schulterbelastenden Sport, wie Radfahren und Joggen aus und 60 % der Patienten schulterbelastende Sportarten, wie Handball, Tennis oder Schwimmen. Keiner der Patienten war Leistungssportler. Zur Aufgabe mindestens einer Sportart sahen sich 4 Patienten aufgrund ihrer Schultererkrankung gezwungen, einer (4 %) aus der PDS-K-Gruppe und 3 (11 %) aus der HP-Gruppe (Abbildung 34). Tennis rangierte an erster Stelle.

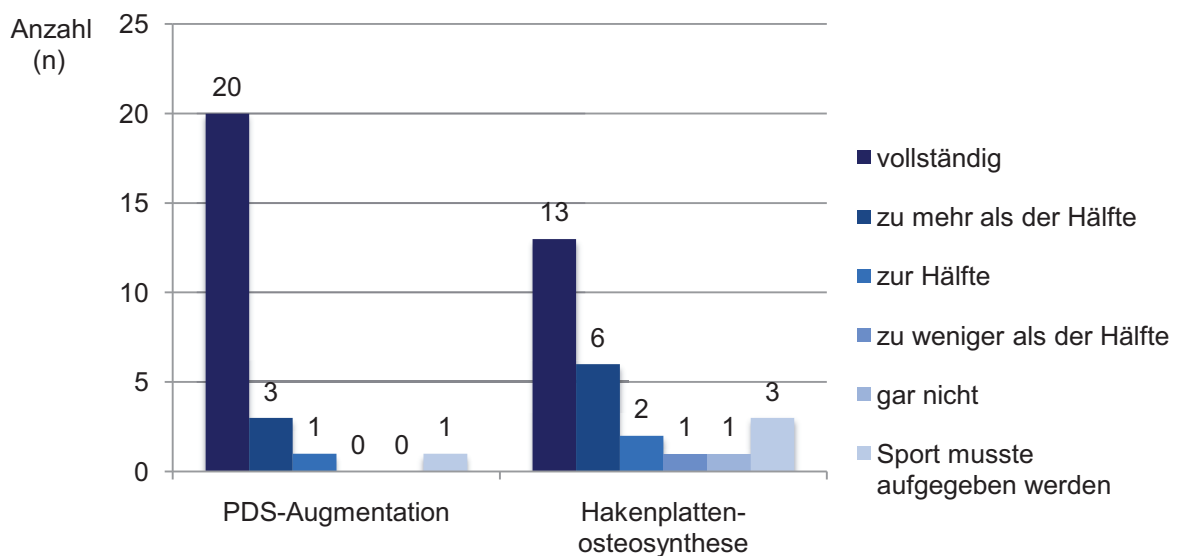


Abbildung 34: Angabe der Patienten zu der Frage, ob Freizeitsport postoperativ wieder ohne Einschränkungen nachgegangen werden kann (numerische Angabe)

Alltag

Die Patienten wurden im Fragebogen gebeten, subjektiv ihre Einschränkungen bei Aktivitäten des täglichen Lebens anhand einer von 0 bis 10 nummerierten Skala zu beurteilen - und zwar die Einschränkungen vor der Verletzung, bei HP-Patienten die mit der implantierten Hakenplatte, und die aktuelle Beeinträchtigung. Beide Gruppen gaben mit 0 Punkten keinerlei Beeinträchtigung vor der Verletzung an. Die subjektive Einschränkung mit Implantat stieg auf einen Wert von 4,6. Zur letzten Nachuntersuchung setzten HP-Patienten ihre Markierung im Durchschnitt bei 1,2 und PDS-K-Patienten bei 1,6. Detaillierte Ergebnisse sind in Tabelle 14 dargestellt.

Weiterhin wurden die Patienten nach Problemen beim Schreiben, der Gartenarbeit und dem An- und Ausziehen eines Pullovers befragt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 15 dargestellt.

Tabelle 14: Beeinträchtigung bei Aktivitäten im täglichen Leben, subjektiv bewertet anhand einer von 0 (keine) bis 10 (maximal vorstellbare Beeinträchtigung) nummerierten Skala

Kategorie	HP-Osteosynthese				PDS-Augmentation				
	Min	Max	MW	SEM	Min	Max	MW	SEM	p
vor der Verletzung	0	0	0	0	0	0	0	0	-
mit Hakenplatte in situ	1,0	10,0	4,6	0,5	-	-	-	-	-
mind. 9 Monate postoperativ	0	8,0	1,2	0,5	0	7,0	1,6	0,5	0,208

Tabelle 15: Ergebnisse der Frage, inwieweit der Patient alltägliche Aktivitäten wie Schreiben, die Arbeit im Garten und das Anziehen eines Pullovers, ausführen kann (1 = keine Schwierigkeiten, ... 5 = nicht möglich)

Aktivität	HP-Osteosynthese				PDS-Augmentation				
	Min	Max	MW	SEM	Min	Max	MW	SEM	p
Schreiben	1,0	2,0	1,0	0	1,0	1,0	1,0	0	0,312
Gartenarbeit	1,0	4,0	1,4	0,2	1,0	2,0	1,2	0,1	0,369
Pullover anziehen	1,0	3,0	1,2	0,1	1,0	2,0	1,0	0	0,206

Über einen auf Grund der Schulterverletzung zeitweilig gestörten Schlaf klagten 4 Patienten (16 %) der PDS-K-Gruppe und 4 (18 %) der HP-Gruppe. Ein Patient (4 %) der HP-Gruppe klagte über ständige Schlafbeschwerden (Abbildung 35).

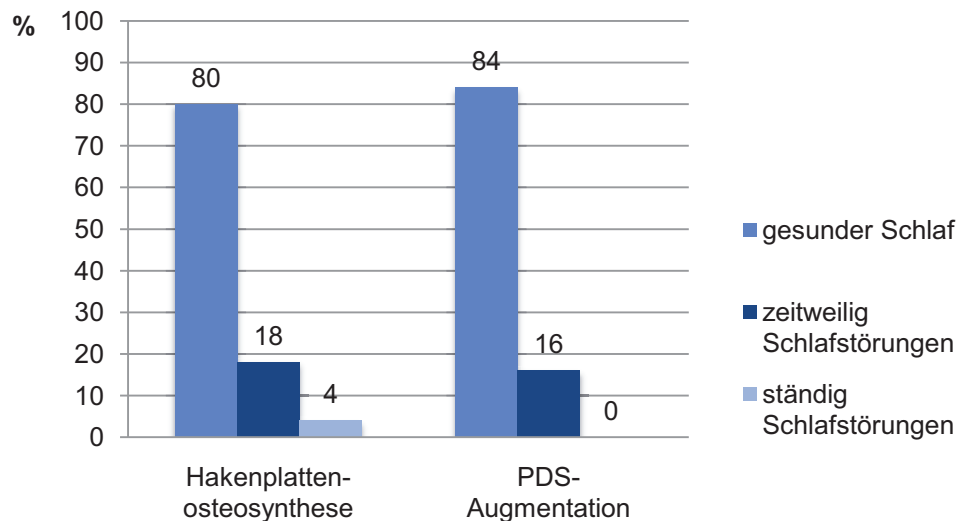


Abbildung 35: Schlafbeschwerden nach Hakenplattenosteosynthese und PDS-Augmentation, prozentuelle Angabe

Kosmetisches Resultat und Narbenlänge

Das kosmetische Resultat der Schulterregion wurde subjektiv durch den Untersucher beurteilt. 23 Schultern (92 %) der PDS-K-Gruppe konnten als gut befunden werden, und 17 (68 %) der HP-Gruppe (Chi²-Test, $p = 0,034$). Dahingegen zeigt die Messung der Narbenlänge bei der HP-Gruppe mit durchschnittlich $8,0 \pm 0,4$ cm (6,0 – 12,0) signifikant geringere Werte als in der PDS-K-Gruppe mit $9,7 \pm 0,5$ cm (6,0 – 17,0; T-Test, $p = 0,011$).

Länge der Rekonvaleszenz, Therapiezufriedenheit

Die Patienten wurden im Fragebogen gebeten einzuschätzen, wieviel Zeit (ab Unfall) die vollständige Gesundheit benötigte. Bei HP-Patienten betrug diese durchschnittlich $5,9 \pm 1,1$ Monate (0 – 19,0) und PDS-K-Patienten $10,8 \pm 3,5$ Monate (2 – 83).

Die Therapiezufriedenheit sollte mit Schulnoten von 1 bis 5 bewertet werden (Tabelle 16). Signifikant zufriedener waren PDS-K-Patienten mit einer durchschnittlichen Bewertung von $1,6 \pm 0,2$ (1,0 – 5,0). Die HP-Gruppe vergab im Mittel eine $1,8 \pm 1,2$ (1,0 – 3,0; Chi²-Test, $p = 0,041$).

Ebenfalls mit Schulnoten von 1 bis 5 sollte das Befinden mit der Hakenplatte in situ beurteilt werden. Hier wurde ein Durchschnittswert von 2,3 (1,0 – 5,0) erreicht.

Tabelle 16: Beurteilung der Therapiezufriedenheit nach Hakenplattenosteosynthese und PDS-Augmentation (Angabe in Schulnoten von 1 (sehr gut) bis 5 (schlecht))

Hakenplattenosteosynthese				PDS-Augmentation				p
Min	Max	MW	SEM	Min	Max	MW	SEM	
1,0	3,0	1,8	1,2	1,0	5,0	1,6	0,2	0,041

5.4 Komplikationen

Komplikationen traten bei 4 Patienten auf. In der HP-Gruppe zeigte ein Patient einen Wundinfekt, der im Verlauf revisionsbedürftig war. Ein weiterer Patient entwickelte ein fistelndes Serom, das ebenfalls revidiert und antibiotisch behandelt werden musste. In der Gruppe der PDS-Augmentation erlitt eine Patientin 2 Wochen postoperativ eine tiefe Beinvenenthrombose und ein weiterer eine nichttherapiebedürftige seröse Wundinfektion, die nach einigen Tagen sistierte.

Bei Therapieversagen kann ein Revisionseingriff durchgeführt werden. Im gesamten Patientenkollektiv (n = 89) betraf dies 6 Patienten: In der HP-Gruppe wurde 4-mal eine Revisionsoperation nach Weaver & Dunn aus verschiedensten Gründen nötig: Ein Patient litt unter starken Schmerzen, einer an einem Impingement-Syndrom, ein anderer war erneut gestürzt bei primär in guter Stellung verheiltem AC-Gelenk. Eine Patientin klagte über eine instabile Schulter bei vorzeitig durchgeführter Implantatentfernung wegen Infektverdacht. In der PDS-K-Gruppe (n = 2) wurde eine Weaver-Dunn-Operation und eine erneute PDS-Augmentation wegen starker Schulterschmerzen durchgeführt. Entsprechend der Einschlusskriterien wurden diese Patienten nicht mit in die Studie aufgenommen.

6 Thesen

1. AC-Gelenksprengungen sind häufige Verletzungen vor allem bei jungen, sportlich aktiven Menschen, die einen hohen Anspruch an ihre Schulterfunktion haben.
2. Hochgradige AC-Gelenksprengungen (Rockwood III - V) werden meist operativ therapiert. Die hohe Zahl von etwa 150 angewandten Operationstechniken zeigt, dass der Goldstandard zur operativen Therapie bis dato nicht gefunden wurde.
3. Ziel der Studie war es, die operative Therapie mit einer multidirektional winkelstabilen Hakenplatte (HP) der Therapie mit einer PDS-Kordel (PDS-K) hinsichtlich radiologischen und funktionellen Ergebnissen gegenüberzustellen.
4. Das Studiendesign sah eine prospektive Erfassung von HP-Patienten und einen retrospektiven Matched-Pair-Vergleich zu PDS-K-Patienten vor.
5. Radiologisch wurde die korakoklavikuläre Distanz (in % der unverletzten Gegenseite) als Korrelat für die anatomische Reposition gemessen und ergänzend die akromioklavikuläre Distanz für die Gelenkspaltweite. Drei international anerkannte Schulderscores (Constant-Murley-Score, DASH- und Taft-Score) wurden ausgewertet und klinische Parameter wie Bewegungsausmaß, Schmerzhaftigkeit und Kraft erfasst.
6. Die Hakenplattenosteosynthese konnte postoperativ die korakoklavikuläre Distanz besser rekonstruieren (-4 %) als die PDS-Augmentation (11 %). Es fand sogar eine Überkorrektur statt.
7. Im Verlauf kam es zu einem deutlichen Repositionsverlust nach beiden Techniken. Am Ende der Follow-up-Periode war die korakoklavikuläre Distanz in der PDS-K-Gruppe (24 %) höher als in der HP-Gruppe (17 %).
8. In beiden Gruppen fand sich eine Gelenkspaltvergrößerung im Vergleich zur unverletzten Gegenseite (akromioklavikuläre Distanz), in der HP-Gruppe (1,0 - fach) geringer als in der PDS-K-Gruppe (1,8 - fach vergrößert).
9. Trotz der nicht vollständigen Rekonstruktion der Gelenkstellung zeigten sich gute funktionelle Ergebnisse in beiden Gruppen.
10. Im Constant-Murley-Score erreichten bis auf einen HP-Patienten alle ein sehr gutes Ergebnis. Auch der Taft-Score zeigte keinen Unterschied zwischen beiden Gruppen.

-
11. Die anhand des DASH-Scores ermittelte Patientenzufriedenheit zeigte eine höhere Therapiezufriedenheit in der PDS-K-Gruppe (3,4 Punkte vs. 8,0 Punkte in der HP-Gruppe).
 12. Die Hakenplatte wurde im Alltag gut toleriert. 3 Patienten erreichten sogar volle Schulterbeweglichkeit.
 13. PDS-K-Patienten zeigten keine höhere Infektrate als HP-Patienten, insbesondere kam es nicht zu Fistelbildung. Nach Hakenplattenosteosynthese traten gehäuft akromiale Osteolysen auf (19 %).
 14. Sowohl die Hakenplattenosteosynthese als auch die PDS-Augmentation sind geeignete Verfahren zur Therapie der akuten AC-Gelenksprengung. Die Hakenplatte erreichte hierbei eine bessere Rekonstruktion der Anatomie, was sich jedoch funktionell nicht auswirkte.

7 Diskussion

Für die operative Versorgung der akuten AC-Gelenksprengung Typ Rookwood V gibt es bis dato keine allgemeingültigen Therapierichtlinien. Die Meinungen in der aktuellen Literatur divergieren stark, angefangen vom konservativen Management bis zu einer Vielzahl von operativen Möglichkeiten. Dazu erscheinen jährlich mehrere Publikationen über teils höchst innovative neue OP-Verfahren mit guten bis sehr guten Ergebnissen.^{48,58,59}

Ziel der Studie war die vergleichende Analyse beider Therapieverfahren, der Hakenplattenosteosynthese und der PDS-Augmentation, hinsichtlich postoperativem radiologischem Resultat sowie Funktion, Schmerz, Kraft, Patientenzufriedenheit und den Komplikationen. Die interne Fixation mittels einer polyaxial winkelstabilen Hakenplatte gehört zu der großen Gruppe der Plattenosteosynthesen, welche in der Frakturversorgung seit langem etabliert und klinisch anerkannt sind.^{60,61} Ein Vorteil der Hakenplattenosteosynthese liegt in der kurzen Operationszeit und dem kleineren Zugangsweg. Die Stabilisierung erfolgt nicht nur in vertikaler Ebene wie bei den meisten anderen Verfahren, sondern auch in horizontaler Ebene durch Positionierung des Hakens dorsal des Gelenkes. Nachteilig ist die Notwendigkeit eines Sekundäreingriffes zur Implantatentfernung. Auch kann das Implantat als kosmetisch störend empfunden werden, gerade bei schlanken Patientinnen und Patienten. Hingegen wird bei der PDS-Augmentation auf nicht-resorbierbare Materialien verzichtet. Die Zuggurtungsosteosynthese mittels PDS-Kordel ist ein ebenfalls weit verbreitetes konkurrierendes Verfahren.^{50,62} Die Stabilisierung erfolgt in vertikale Richtung.⁶³ Im Gegensatz zu den meisten anderen Implantaten zur temporären AC-Gelenkstabilisierung lassen beide Verfahren durch Verhinderung einer rigiden Fixation der Klavikula gegen die Skapula, eine Relativbewegung gegenüber der Skapula zu, wie sie bei der Schulterbewegung physiologischerweise vorkommt. Dies erlaubt die frühe postoperative Mobilisation und Übungsstabilität der Schulter.

Bäthis et al.⁶⁴ führten 2001 eine Umfrage an deutschen unfallchirurgischen Kliniken zur täglichen Praxis der Versorgung von Schultergelenksverletzungen durch: die am zweit- und dritthäufigst angewendeten Verfahren waren die in dieser Studie untersuchte PDS-Augmentation (32 %) und die Hakenplattenosteosynthese (22 %), der Kirschnerdrahtosteosynthese folgend (37 %). In der Literatur sind eine Vielzahl von anderen etablierten Techniken beschrieben (siehe Kapitel 2.7.2): beispielsweise die Stabilisierung mittels Bosworth-Schraube⁶⁵, die dynamische Fixierung mit Band- und Muskeltransfers^{47,66,67}, sowie die teils auch arthroskopisch durchgeführte Versorgung mit Tight-Rope-Systemen.^{66,68} Im Folgenden sind nur die wichtigsten Vor- und Nachteile bzw. Komplikationen in Abgrenzung zu den zwei untersuchten Verfahren dargestellt.

Kiefer et al.⁶⁹ konnten experimentell zeigen, dass sowohl die Fixierung mittels Kirschnerdrähten und auch die erstmals durch Bosworth beschriebene korakoklavikuläre Schraubenfixation im Vergleich zur Hakenplatte eine kleinere Rotationsfreiheit aufweisen. Als Folge sind diese beiden Implantate bei großer Schultermobilisation vermehrten Scherkräften ausgesetzt, die zu potentiellen Komplikationen wie Implantatlockerung und -brüchen und somit zum Verlust der Reposition führen können und zur Reoperation zwingen.^{40,70-72} Implantatversagen ist bei der Hakenplattenosteosynthese kaum beschrieben.

Bei der Kirschnerdrahtfixation können Osteosynthesematerialien intraartikulär zu liegen kommen und weitere AC-Gelenkschädigungen verursachen. Kirschnerdrähte und Schrauben wiederum haben den Vorteil, dass die Implantate klein sind und sich in minimal-invasiver Technik einbringen lassen.

Dynamische Muskeltransfers mit Transfer der Conjoined Tendon (Mm. biceps brachii et. coracobrachialis) an den Unterrand der Klavikula als dynamische Depressoren der Klavikula haben das potentielle Problem, dass die fehlende statische Stabilität eine kontinuierliche Bewegung im AC-Gelenk bedingt. Dadurch sind bei bis zu 50 % der Patienten residuale Schmerzen beschrieben.⁷³

Osti et al.⁷⁴ beschrieben erstmals eine minimal-invasive arthroskopische Technik mit Einbringung von Nahtankern in das Korakoid und anschließender Reposition über klavikuläre Bohrlöcher. Biomechanische Studien zeigten sehr gute initiale AC-Gelenkstabilität, jedoch trat auch hier bei ungenügender Heilung der anatomischen Bandstrukturen ein Repositionsverlust ein.⁷⁵

Neben diesen ebenfalls lang etablierten Verfahren sind in der aktuellen Literatur neuere Verfahren wie die Nutzung von auto- und allogenen Muskelgrafts (M. semitendinosus, M. gracilis) als Transplantat zu finden.^{47,58,67} Deren Konzept zielt darauf ab, dass eine natürliche Heilung der Bandstrukturen nicht vordergründig notwendig ist.⁵⁸ Allerdings ist eine lange postoperative Mobilisationseinschränkung und folglich eine hohe Patientencompliance notwendig. Mögliche Komplikationen, wie Immunreaktionen und Graftinfektionen sind auf Grund fehlender Langzeitergebnisse noch nicht abzuschätzen.

Trotz dieser Vielzahl von Therapieoptionen zeigt sich generell nur eine mäßige Zufriedenheit mit den Resultaten. Auch eine kürzlich veröffentlichte Metaanalyse fand keinen Goldstandard.⁷⁶ Generell sind Studien über Langzeitergebnisse der Versorgung höhergradiger AC-Gelenksprengungen limitiert durch geringe Patientenzahlen. Dass ein hoher Bedarf an weiterführenden Untersuchungen besteht, zeigt neben dem nicht vorhandenen Goldstandard auch die eingangs erwähnte Umfrage von Bächli und Kollegen⁶⁴: Danach versorgen 84 % der deutschen Kliniken Tossy III-Verletzungen primär operativ. Die vorliegende Studie soll

die Langzeitergebnisse zweier am häufigsten angewendeten Verfahren evaluieren. Bis dato wurde keine vergleichende Studie publiziert.

7.1 Methodik

89 Patienten mit AC-Gelenksprengungen Typ Rockwood V wurden zwischen Januar 2002 und Juli 2009 an der chirurgischen Universitätsklinik Rostock operativ versorgt, und 81 Patienten entsprachen den Einschlusskriterien der vorliegenden Studie. 54 Patienten und 2 externe Patienten wurden durchschnittlich 2,6 Jahre nach der operativen Versorgung von einem Untersucher nachuntersucht. Da AC-Gelenksprengungen vor allem junge Menschen betreffen, kam es zu einem Ausfall von 11 Studienteilnehmern durch Wohnortwechsel, 12 Patienten waren nicht erreichbar, einer war verstorben und 6 Patienten lehnten die Studienteilnahme gänzlich ab. Das daraus folgende Follow-up von 72 % lag im Rahmen vergleichbarer Studien (63 – 77 %).^{46,62,77,78} Eine höhere Patientenzahl wäre wünschenswert gewesen, um für eine größere Anzahl von Parametern statistisch signifikante Unterschiede aufzuzeigen. Folglich wurde vor Studienbeginn die Power der Studie in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biostatistik und Informatik der Universität errechnet: Sie lag im mittleren bis hohen Bereich ($p = 0,7$) und lässt somit Aussagen zu. Auch muss bedacht werden, dass Rockwood V-Verletzungen nur 1,3 % aller Schulterreckgelenkverletzungen ausmachen, was die Größe des nachuntersuchbaren Patientenkollektivs per se beschränkt.³ Die Limitierungen dieser Studie betreffen neben der Patientenzahl die Nachuntersuchungszeit, welche relativ kurz war und differierend zwischen beiden Gruppen. Fehler durch Untersucherabhängigkeit wurden dadurch minimiert, dass alle Patienten von dem gleichen Untersucher evaluiert wurden. HP-Patienten wurden über den gesamten postoperativen Verlauf begleitet und zweimalig nachuntersucht. Durch gute präoperative Dokumentation war ein aussagekräftiger prä/postop-Vergleich möglich.

Da die Hakenplattenosteosynthese zur Therapie der akuten AC-Gelenksprengung erst im Jahr 2006 an der Universität Rostock etabliert wurde, ergab sich eine Differenz beider Kollektive in der postoperativen Nachuntersuchungszeit (HP 1,2 Jahre; PDS-K 4,2 Jahre). Nach einer Studie von Seitz⁷⁹ brauchen Ligamente vier Monate bis zur Heilung. Biomechanische Studien am Bandapparat des Knies fanden heraus, dass ein acht- bis zwölfmonatiger Schutz nötig ist, um eine Dehnung durch wiederholtes Überladen zu verhindern.⁸⁰ Der Nachuntersuchungszeitpunkt wurde entsprechend so gewählt, dass von einer vollständigen Heilung ausgegangen werden konnte.

Als Hauptkriterien für das postoperative Outcome wurden Alter, Geschlecht und Betroffenheit der dominanten versus der nicht-dominanten Seite gewählt und im Matched-Pairs-Studien-design gegenübergestellt. Die weiteren Faktoren wie Unfallursache und Op-Dauer werden als nicht primär relevant für das Outcome angesehen. Anhand dieser Matchkriterien wurden den HP-Patienten entsprechende Patienten aus dem PDS-K-Kollektiv zugeordnet.

Zur Bewertung wurde eine ausführliche klinische Untersuchung und Anamnese mittels eines speziell erarbeiteten Fragebogens durchgeführt, sowie der international anerkannte Constant-Murley- und Taft-Score, sowie der DASH-Score zur Analyse der postoperativen Patientenzufriedenheit herangezogen. Dem voran ging ein ausführliches Aktenstudium hinsichtlich demografischer Daten, Unfallhergang, operativer Versorgung, Verweildauer, darüber hinaus zu Komplikationen und Nachbehandlung.

Am Unfalltag wurde entsprechend der klinischen Routinediagnostik neben der Standard-schulterprojektion (Panoramaaufnahme beider Schultern) eine Aufnahme in Zanka-Position durchgeführt.¹⁷ Um die Vergleichbarkeit mit diesen Voraufnahmen zu gewährleisten, wurden zur Nachuntersuchung Bildverstärkeraufnahmen beider Schultern ebenfalls in Zanka-Projektion angefertigt und in standardisierter Art und Weise ausgewertet (siehe Kapitel 4.2). Im Detail wurden der korakoklavikuläre Abstand^{2,50-52}, als ein ideales Instrument zur Darstellung der Verhältnisse im Akromioklavikulargelenk, sowie der akromioklavikuläre Abstand⁵² ausgewertet. Die Kombination von beidem erlaubt eine genaue Vorstellung der Anatomie des AC-Gelenkes.^{2,53} Auf Grund der großen individuellen Unterschiede ist der Seitenvergleich mit der unverletzten Schulter die exakteste Darstellungsform. In den Voraufnahmen war dieser durch das Abbild beider Schultern auf einer Panoramaaufnahme gewährleistet und zur Nachuntersuchung durch standardisierte Aufnahmen mittels Bildverstärker, und zwar sowohl der operierten als auch unverletzten Gegenseite. Direkt postoperativ waren nur von 41 Patienten schultervergleichende Aufnahmen vorhanden, was die Aussagekraft dieses Parameters einschränkt. Die Strahlenbelastung, der die Patienten ausgesetzt waren, wurde vor Studienbeginn von der zuständigen Ethikkommission geprüft und als vertretbar eingeordnet. Wahrscheinlich ist diese Strahlenbelastung der Grund, weshalb sich in der Literatur wenige vergleichbare Studien finden, und diese meist beschränkt sind auf die Unterscheidung von Subluxation bzw. Luxation oder metrischen Angaben zum korakoklavikulären Abstand nur der verletzten Schulter.^{45,50-52,63,78}

Mittels drei verschiedener Nachuntersuchungsscores wurde die Schulterfunktion quantifizierbar. So sollte die Bewertung einheitlich erfolgen unter Betrachtung objektiver und radiologischer sowie subjektiver Kriterien.

Hierzu wurden die Schulter scores nach Constant & Murley, Taft und der DASH-Score gewählt (Anhänge 6,7,8). Weitgehend einheitlich wird in Europa zur Bewertung der Schulterfunktion der Constant-Murley-Score eingesetzt.^{54,81} Conboy et al.⁸² bestätigten in ihren Untersuchungen die einfache Anwendbarkeit und gute inter- bzw. intraobserver Variabilität (geringer Fehler zwischen der Erhebung des Constant-Scores verschiedener Untersucher bzw. wiederholte Erhebung durch einen Untersucher). Die von Constant⁸¹ publizierten Normwerte beziehen sich auf ein irisches Probandenkollektiv und sind nur eingeschränkt übertragbar.^{82,83} Deshalb wurde in der vorliegenden Untersuchung auf die Bestimmung der alters- und geschlechtsabhängigen Normwerte verzichtet. Die Messung der Kraft zur Anwendung im Constant-Murley-Score ist ein generell bekanntes Problem. Angaben zum Messpunkt variieren zwischen Messung am Ansatz des M. deltoideus^{54,84} und am Handgelenk.⁸¹ Hinsichtlich der Armposition während der Kraftmessung werden sowohl die Abduktion⁸¹ als auch Anteversion⁸⁵ genannt. Die hier angewendete Methode mit Messung am humeralen Deltoidansatz und 90° Abduktion scheint uns die am häufigsten gebräuchliche Methode, recherchiert nach den wenigen Studien, die den genauen Mechanismus der Messung angeben.

Der DASH-Score wurde zur Bestimmung der Patientenzufriedenheit angewendet. Nach einem Review-Artikel der SICOT (Société Internationale de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie) ist der DASH-Score der beste Score bei Patienten mit multiplen Funktionsstörungen der oberen Extremitäten⁸⁶. Der Unterschied des DASH- zum Constant-Murley-Score besteht darin, dass subjektiv die Einschätzung der Lebensqualität beurteilt wird. Die Fähigkeit, eine Tätigkeit auszuführen wird bewertet und nicht die Art.

Während der Constant-Murley- und der DASH-Score vor allem die allgemeine Schulterfunktion und subakromiale Symptomatik erfassen, ist der Taft-Score stärker auf das Akromioklavikulargelenk spezialisiert. Komplettierend zum Constant-Murley- und DASH-Score wird eine radiologische Einschätzung des AC-Gelenkes mit einbezogen. Diese ergibt 1/3 der Gesamtpunkte, betrachtet aber ausschließlich die radiologische Stellung im Gelenk und das Vorhandensein von Arthrosezeichen. Die objektivierbaren Parameter, wie Bewegungsausmaß oder Kraft, werden im Seitenvergleich betrachtet und ergeben ebenfalls jeweils 1/3 der Punkte. Genau umgekehrt verhält es sich im Constant-Murley-Score, bei dem mit den Normwerten bei gesunder Schulterfunktion verglichen wird, und diese beiden Bereiche 65 % ausmachen.

Die Kombination dieser drei Bewertungsschemata liefert ein genaues Bild über die Schulterfunktion, sowohl objektiv als auch subjektiv. Vergleichbare Studien haben von den gleichen Scores Gebrauch gemacht.^{47,50,61,63}

Nachteilig bei der Benutzung von Scores zur Evaluation eines postoperativen Ergebnisses ist die Untersucherabhängigkeit und, dass es sich immer nur um eine Momentaufnahme handelt. Die Gradzahlen bei den Bewegungsausmaßen lassen sich oft nur ungenau messen, was schnell zu gravierenden Unterschieden in den Ergebnissen führen kann. Beispielsweise werden im Constant-Murley-Score für eine Abduktion von 90° vier Punkte vergeben, ab 91° sind es schon sechs. Der Fragebogen des DASH-Score ist sehr umfassend, was von einigen Patienten als lästig empfunden wurde.

7.2 Radiologisches Ergebnis

Die Auswertung der Röntgenaufnahmen direkt postoperativ zeigte eine unterschiedlich gute Wiederherstellung der anatomischen Gelenkstellung in beiden Gruppen: Durch die Hakenplattenosteosynthese fand eine Überkorrektur statt (korakoklavikuläre Distanz -4,4 %), hingegen durch die PDS-Augmentation eine deutliche Unterkorrektur (11 %). In beiden Gruppen trat bis zum Ende der Follow-up-Periode ein Repositionsverlust auf. Trotz verhältnismäßig größerem Repositionsverlust gelang die langfristig bessere Reposition mit der Hakenplattenosteosynthese (korakoklavikuläre Distanz 16,7 % vs. 23,9 % im PDS-K-Kollektiv). Ursächlich für die Dehiszenz im PDS-K-Kollektiv könnte die in biomechanischen Studien gezeigte Materialdehnung von PDS um bis zu 60 % sein.^{87,88} Hinzu kommt, dass die PDS-Kordel um Klavikel und Korakoid geschlungen wird, wobei umliegende Weichteile eingeklemmt werden, bei deren nachfolgender Degeneration ein möglicher Spannungsverlust den Repositionsverlust bedingen könnte.⁷⁰ Debus et al.⁸⁹ konnten in in vitro- und in vivo-Versuchen zeigen, dass die Zugfestigkeit von PDS nach 5 - 6 Wochen halbiert ist (HWZ) und nach 25 Wochen das Material vollständig aufgelöst ist. Die Dehiszenz nach Hakenplattenosteosynthese ist sicher durch eine Bewegung der Klavikula nach proximal in den nach Implantatentfernung entstandenen Raum bei ungenügend abgeschlossener Narbenbildung bedingt.

Grundsätzlich zeigen die Ergebnisse aber auch, dass eine vollständige Korrektur des korakoklavikulären Abstandes mit PDS-Augmentation scheinbar nicht möglich ist. Dahingegen ist die anfängliche Überkorrektur nach Hakenplattenosteosynthese ein interessanter Umstand, dessen Bewertung schwierig ist, da vergleichende Angaben in der Literatur fehlen.

Ein Gesichtspunkt, der in der Literatur bis dato kaum betrachtet wurde, ist der akromioklavikuläre Abstand als Korrelat für die Breite des Gelenkspaltes. Dieser war postoperativ in

der PDS-K-Gruppe um das Doppelte größer als in der HP-Gruppe. Interessant wäre, ob ein vermehrter akromioklavikulärer Abstand arthroseprotektiv oder schmerzlindernd wirkt. Dies zu klären bleibt weiterführenden Studien vorbehalten.

In absoluten Zahlen ausgedrückt zeigten zum Ende der Follow-up-Periode die AC-Gelenke von 38 Patienten normale radiologische Erscheinungsbilder. Ein AC-Gelenk (HP) befand sich in überkorrigierter Gelenkstellung. 5 Patienten (HP: 2, PDS-K: 3) zeigten eine vollständige Reluxation und gleich viele Patienten in beiden Gruppen (HP: 4, PDS-K: 4) eine subluxierte Gelenkstellung. Bei näherer Betrachtung der Patienten mit vollständig relaxierter Klavikula, war erstaunlicherweise festzustellen, dass alle bis auf einen die Funktionsgriffe gut durchführen konnten und klinisch keinerlei Bewegungseinschränkungen imponierten. Auch in der Literatur finden sich Angaben über radiologisch nachweisbare Stufenbildung nach operativer Behandlung, die zu keinerlei funktionellen Beeinträchtigungen führten.^{43,51,70,90-92} Allerdings sind nicht nur die Ergebnisse verschiedener Operationstechniken unterschiedlich, es wird auch unter Verwendung des gleichen Implantates vielfach über unterschiedliche Ergebnisse berichtet. Zum Beispiel traten nach PDS-Augmentation Reluxationen in 4 – 18 % der Fälle auf.^{2,50,52} Fremerey et al.⁵³ hingegen fanden nach PDS-Augmentation nur in 8,8 % der Fälle eine Subluxation und in 2,9 % eine vollständig Reluxation. Göhring et al.⁷² hatten in ihrem Kollektiv keine Reluxationen, aber in 27,2 % Subluxationen. Nach Refixation mit einer Bosworth-Schraube traten Reluxationen zwischen 3 und 33 % auf.^{43,93,94} Folwaczny et al.⁷⁸ fanden nach Hakenplattenosteosynthese 25 % Reluxationen, Göhring et al.⁷² beim gleichen Verfahren hingegen bis zu 35 % Reluxationen und 17 % Subluxationen. Die Erklärung dieser unterschiedlichen Ergebnisse ist wahrscheinlich in den oben erwähnten Schwierigkeiten bei der Messung des korakoklavikulären Abstands und diesbezüglich fehlender Standards zu finden.

Zur Feststellung, dass Subluxations- und Luxationsstellungen im Röntgenbild nicht mit funktionellen Störungen einhergehen müssen, kommt hinzu, dass die operative Therapie der Anforderung nach dauerhafter Wiederherstellung der anatomisch korrekten Gelenkstellung nicht immer gerecht wird und somit der konservativen Therapie in diesem Punkt nicht zwangsläufig überlegen ist. Bedenkt man die These, die Langendorff³ postulierte, nach der eine Subluxationsstellung im AC-Gelenk eher arthrosefördernd sei, während eine Luxation sich arthroseprotektiv auswirken könnte, so ist die kritische Hinterfragung der operativen Therapie gerechtfertigt.

Es stellt sich die Frage, ob eine Arthrose Auswirkungen auf das funktionelle und subjektive Ergebnis der Patienten hat. In der vorliegenden Studie wiesen gleich viele Patienten in beiden Gruppen (12 %, HP: 3, PDS-K: 2) eine manifeste Arthrose auf, ein weiterer Patient hatte bereits vor der Verletzung eine ACG-Arthrose und ging in die folgende Darstellung

nicht mit ein. Ein Zusammenhang zwischen Arthrose auf der einen Seite und der Gelenkstellung auf der anderen Seite zeigte sich nicht. Von den betroffenen Gelenken waren zwei in normaler Gelenkstellung, eins in subluxierter, eins in luxierter und eins in überkorrigierter Stellung verheilt. Ein Patient mit Arthrose litt unter Schmerzen und funktionellen Bewegungseinschränkungen, ein anderer war zwar schmerzfrei, aber in der objektiven Beweglichkeit im Seitenvergleich eingeschränkt. Diesen fehlenden Zusammenhang zwischen Arthroserate und klinischer Beweglichkeitseinschränkung stellen Autoren vergleichbarer Studien ebenfalls fest.^{2,43,50,95} Arthrotische Veränderungen nach traumatischen Schultergelenksprengungen stellen sich bei allen Operationsverfahren in unterschiedlichem Maße ein: Salem et al.⁶³ fanden arthrotische Veränderungen in 8 % der Fälle nach Hakenplattenosteosynthese. Hackenberger et al.⁴⁶ stellten nach Hakenplattenosteosynthese bei 11 % neu aufgetretene ACG-Arthrosen fest. Nach PDS-Cerlage treten Arthroseraten zwischen 15 und 36 % auf.^{43,50,53,62,95}

Ein weiteres Anliegen dieser Studie bestand darin, die Häufigkeit von Osteolysen des Processus acromialis nach der operativen Therapie mit Hakenplattenosteosynthese zu analysieren. Tatsächlich fand sich ein positiver Befund bei 19 % der HP-Patienten (n=5). Auch andere Autoren haben sich mit dieser Problematik auseinandergesetzt. Hackenberger et al.⁴⁶ führten zur Analyse des Einflusses von Hakenplatten auf den Subakromialraum MRT- und sonographische Untersuchungen an 39 mit Hakenplatten operierten Patienten durch und fanden keine gravierenden Veränderungen der anatomischen Strukturen durch den eingebrachten Haken. Ähnliche Ergebnisse zeigte auch die Forschungsgruppe um Folwaczny.⁷⁸ Das gehäufte Auftreten von Osteolysen nach Hakenplattenosteosynthese können diese beiden somit nicht bestätigen. Diesbezüglich weiterführende Diskussionen sind in Kapitel 7.4 zu finden.

In Anbetracht der hohen Reluxationsrate bei zunächst postoperativ sehr guter Wiederherstellung der Gelenkanatomie stellt sich die Frage, wie das AC-Gelenk besser in anatomischer Stellung fixiert werden kann. Ein möglicher Lösungsansatz könnte eine verzögerte Metallentfernung der Hakenplatte, die im Allgemeinen nach 8 - 12 Wochen durchgeführt wird, oder sogar Belassung des Implantates in situ sein. Die eigenen Ergebnisse zeigen, dass vor der Implantatentfernung durchaus eine volle Beweglichkeit erreicht werden kann (siehe Kapitel 5.3). Auch De Beats et al.⁹² und Faraj et al.⁹⁶ haben sich mit dieser Frage auseinander gesetzt und empfehlen keine routinemäßige Entfernung des Implantates. Dadurch wird die Redislokationsrate vermindert und dem Patienten der Sekundäreingriff inklusive der verbundenen Narkoserisiken und möglichen lokalen Komplikationen erspart. Diese Idee muss und kann nur unter individuellen Gesichtspunkten und in Absprache mit dem Patienten entschieden werden.

7.3 Funktionelles Ergebnis

Beweglichkeit und Schmerz

Die eigenen Ergebnisse zeigen, dass von 12 Patienten (23 %) mit Bewegungseinschränkungen ($\geq 20^\circ$ im Vergleich zur Gegenseite) die Hälfte (HP: 4, PDS-K: 2) Minderungen der Beweglichkeit in beiden Ebenen, sowohl der Abduktion als auch Anteversion, hatten. Die Wiedererlangung der vollen Abduktion bereitete die größten Schwierigkeiten. Auch Hackenberger et al.⁴⁶ untersuchten 28 mit einer Hakenplatte nach Dreithaler operierte Patienten und fanden in 25 % der Fälle (n=7) eine Bewegungseinschränkung, ebenfalls vornehmlich der Abduktion.

Bei keinem der in unserer Studie untersuchten bewegungseingeschränkten Patienten fand sich eine Kraftminderung oder pathologische Gelenkstellung im Röntgenbild der betroffenen Extremität. Erstaunlich ist, dass 4 dieser Patienten gar keine Einschränkungen im täglichen Leben beklagten und nur ein Patient angab, zur Hälfte im Alltag, und ein anderer zu mehr als der Hälfte eingeschränkt zu sein. Auch dies steht im Einklang mit oben genannter Studie von Hackenberger et al.⁴⁶, wo nur 4 der 7 bewegungseingeschränkten Patienten ihre Schulterfunktion als subjektiv eingeschränkt empfanden. Dies könnte durch individuell unterschiedliche Krankheitswahrnehmung und Kompensationsmechanismen zu erklären sein.

Nach Hakenplattenosteosynthese klagten Patienten signifikant häufiger über eine subjektive Steifheit der betroffenen Schulter (28 %, PDS-K-Gruppe: 4 %). Dieser überraschende Befund kann mit der Literatur nicht erklärt werden, da vergleichende Angaben fehlen. Im Vergleich mit der PDS-K-Gruppe hat die HP-Gruppe aus verschiedensten Gründen deutlich weniger Physiotherapie erhalten. Dies wäre ein möglicher Erklärungsansatz. Ob die Schultersteife nach Hakenplattenosteosynthese einem morphologischen Korrelat im Sinne einer adhäsiven Kapsulitis, Kapselfibrose oder Impingement entspricht ist fraglich und nur durch weiterführende Untersuchungen klärbar.

Der Schmerz als entscheidendes subjektives Kriterium für das Langzeit-Outcome wurde mittels einer visuellen Analogskala (VAS) ermittelt, anhand derer sich kein Unterschied in beiden Gruppen zeigte (HP: 0,8; PDS-K 0,8). Die Werte der abgewandelten VAS (metrische Angaben) bestätigten dies. Trotz der niedrigen Gesamtwerte waren nur 55 % (46 % der HP-Gruppe, 64 % der PDS-K-Gruppe) der Patienten vollständig schmerzfrei. Diese Ergebnisse befinden sich im Einklang mit dem jeweiligen Subscore „Schmerz“ der angewendeten Scores nach Constant-Murley, Taft und dem DASH-Score. Die Ergebnisse entsprechen denen anderer Autoren. 2005 stellten Fremerey et al.⁵³ einen interessanten Vergleich an, indem sie die operative Therapie mit PDS-Augmentation der konservativen Behandlung gegenüberstellten. Die PDS-K-Gruppe schloss mit 1,2 auf der VAS geringfügig besser ab als die

konservative Gruppe mit 1,4. Insgesamt waren 89 % (PDS-K) bzw. 86 % (konserv.) der Patienten schmerzfrei. Diese und ähnliche Ergebnisse sind Grundlage der immer wiederkehrenden Diskussion, ob die operative Therapie der konservativen überwiegt. In der oben genannten Studie gibt es keinen signifikanten Unterschied. Eine mögliche Begründung für die Differenz zu den eigenen Ergebnissen wäre das längere Follow-up der Studie von 6,3 Jahren im Vergleich zu den 2,6 Jahren in der vorliegenden Studie. Die Forschungsgruppe um Greiner⁵⁰ wiederum fand ähnliche Ergebnisse bei 50 mit PDS-Augmentation behandelten Patienten, die 5,8 Jahren postoperativ nachuntersucht wurden und bei denen durchweg residuelle Schmerzen festgestellt werden mussten. Auch eine von Koukakis et al.⁶⁰ durchgeführte Studie steht im Einklang mit unseren Ergebnissen: 16 mit Hakenplattenosteosynthese behandelte Patienten wurden 6 Monate nach Metallentfernung nachuntersucht und zeigten einen durchschnittlichen Wert von 0,87 auf der VAS. Leidel et al.⁷⁰ verglichen die Schmerzen nach operativer Therapie mit PDS-Kordel mit der Transfixation des AC-Gelenkes mit Kirschnerdrähten und fanden ein signifikant besseres Abschneiden der PDS-K-Gruppe (VAS 0,5 vs. 1,9 in der K-Draht-Gruppe).

Ergebnisse in den Scores

Im Einklang mit der guten Funktionalität im Einzelnen ergab die Auswertung des Constant-Murley-Scores für beiden Gruppen ein sehr gutes Ergebnis. Gliedert man die einzelnen Subscores auf, zeigen sich die verhältnismäßig größten Abzüge in der Kategorie Schmerz (HP: 11,8 Punkte, PDS-K: 12,9 Punkte, maximal 15 Punkte erreichbar). Dieser Umstand bestätigt die Ergebnisse der Schmerzbeurteilung im Einzelnen. Auch Autoren vergleichbarer Studien fanden entsprechende Resultate: nach Hakenplattenosteosynthese sind Scorewerte von 91 – 97 Punkten beschrieben.^{60,61,63} Greiner et al.⁵⁰ fanden vergleichbar gute Ergebnisse in 50 mit PDS-Augmentation behandelten Patienten. Interessant ist der Vergleich mit anderen Verfahren: Gstettner et al.⁹⁷ stellten beim Vergleich der konservativen Therapie mit der Hakenplattenosteosynthese signifikant bessere Werte für die operative Versorgung fest (90 vs. 81 Punkte). Leidel et al.⁷⁰ fanden für 18 PDS-K-Patienten einen durchschnittlichen Punktwert von 73 Punkten und für das mit K-Drähten behandelte Vergleichskollektiv von 88 Punkten.

Im Taft-Score bestand in beiden Gruppen kein Unterschied (HP: 9,4 Punkte, PDS-K: 10,0 Punkte). Die im Fragebogen ermittelte höhere Schultersteife kann im subjektiven Teil des Subscores „Schmerz und Steifheit“ nicht wiedergegeben werden. Hier erreichten die HP-Patienten mit 3,3 Punkten ähnlich gute Werte wie die PDS-K-Patienten mit 3,5 Punkten. Pfahler et al.² fanden im Vergleich dreier Verfahren ein besseres Abschneiden der Fixation

mit PDS-Kordel (10,9 Punkte) als für eine Versorgung mit Tight-Rope-Systemen (9,9 Punkte) oder Bosworth-Schraube (8,7). Bei der operativen Versorgung mit Hakenplattenosteosynthese und PDS-Augmentation erreichten 25 Patienten einen durchschnittlichen Taft-Score von 10,6 Punkten⁶³. Auch die Gruppe um Hackenberger⁴⁶ ermittelte nach Versorgung mit Hakenplatte einen Punktwert von 10,5 im Taft-Score.

Subjektiv, anhand des DASH-Scores ermittelt, bewerteten die Patienten der PDS-K-Gruppe (3,4 Punkte) ihre Schulterfunktion besser als die der HP-Gruppe (8,0 Punkte). Hier könnte die längere Nachuntersuchungszeit in der PDS-K-Gruppe einen begünstigenden Faktor im Sinne einer Gewöhnung an eine eingeschränkte Schulterfunktion gespielt haben.

Patientenzufriedenheit

Die Ergebnisse im DASH-Score sind im vorangehenden Abschnitt diskutiert. Die durchschnittliche postoperative Arbeitsunfähigkeit war in der HP-Gruppe erstaunlicherweise nur 9 Tage länger (gesamt 14 Wochen), trotz der notwendigen Sekundäroperation. Auch in der Literatur bestätigt sich dieses Verhältnis: In einer vergleichenden Studie PDS-Augmentation versus konservativer Therapie fanden Fremerey et al.⁵³ heraus, dass PDS-K-Patienten durchschnittlich 7 Wochen und konservativ therapierte 3,7 Wochen arbeitsunfähig waren. Nach Hakenplattenosteosynthese fanden Hackenberger et al.⁴⁶ eine kürzere Beurlaubung als in der vorliegenden Studie von 9,2 Wochen. In der vorliegenden Studie musste von insgesamt 36 berufstätigen Patienten ein Patient (PDS-K) seinen Beruf aufgeben und zu einer schulterschonenderen Tätigkeit wechseln.

Interessanterweise schätzen die mit PDS-Augmentation behandelten Patienten ihre Rekonvaleszenzzeit, also den Zeitraum ab Verletzung bis zur vollständigen Gesundung, mit durchschnittlichen 10,8 Monaten deutlich länger ein als die Gruppe HP mit durchschnittlichen 5,9 Monaten.

Ergebnis der HP-Gruppe vor Metallentfernung

Das zweizeitige Follow-up der HP-Gruppe, ermöglichte die Evaluation der tatsächlichen Einschränkungen und Schmerzen durch die Hakenplatte. Die Patienten gaben mit der Hakenplatte in situ durchschnittlich einen Schmerz von 1,6 auf der VAS an. Trotz einer vorgegebenen Bewegungslimitierung auf 90° Abduktion sowie Anteversion, erreichten alle bis auf 5 Patienten ein deutlich höheres Abduktions- und Anteversionsvermögen. Metallversagen oder Frakturen traten dabei nicht auf.

Immerhin einen DASH-Score von 26,2 Punkten erreichten die Patienten vor der Metallentfernung der Hakenplatte. Die Streuung von minimal 3 Punkten bis zu maximalen 65 Punkten zeigt die unterschiedliche subjektive Behinderung der Patienten durch die Hakenplatte. Im Constant-Murley-Score, wo diese subjektive Komponente nur noch mit 35 % eingeht, wurde mit durchschnittlich 79,0 Punkten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis erreicht. Dieses Ergebnis unterstützt die vorangestellte Aussage, dass individuelle Therapieentscheidungen zur Metallentfernung getroffen werden müssen.

7.4 Komplikationen

Prinzipiell muss unterschieden werden zwischen allgemeinen mit Operationen verbundenen Risiken und verfahrensabhängigen Komplikationen. Erstere, wie Wundinfekte, Hämatombildung, Nahtdehiszenzen und Thrombosen oder Embolien, stellen bei adäquater Therapie meist keine große Beeinträchtigung im weiteren Verlauf dar. Von insgesamt vier Komplikationen (7 %), die in dieser Studie auftraten, waren drei Wundinfekte. Ein HP-Patient hatte einen Wundinfekt, der einer Wundrevision bedurfte. Ein anderer entwickelte im Verlauf ein fistelndes Serom, welches ebenfalls revidiert und mit oralen Antibiotika behandelt werden musste. Ein Patient der Gruppe PDS-K zeigte einen subkutanen Wundinfekt, der jedoch keinerlei Therapie bedurfte. Schwerwiegender hingegen war der postoperative Verlauf einer PDS-K-Patientin, die nach 2 Wochen eine tiefe Beinvenenthrombose (TVT) entwickelte. Andere Studien, die die hier untersuchten Operationsverfahren behandeln, berichten über ähnlich niedrige Raten dieser allgemeinen Frühkomplikationen.^{46,50,61-63,70,98} Prädisponierende Faktoren für Wundheilungsstörungen sind der geringe Weichteilmantel und der ausgeprägte Muskelzug im Bereich von Klavikula und AC-Gelenk.⁹⁹

Intraoperativ auftretende Komplikationen, wie Gefäß-, Nerven- oder Thoraxverletzungen sind selten und traten weder in dieser, noch in einer der zitierten Studien auf.

Als verfahrens- oder implantatabhängige Komplikationen können Frakturen durch Bohrlöcher in der Klavikula auftreten. Ebenso könnte die Hakenplatte in Fehllage, beispielsweise mit intraartikulärer Lage des Hakens, implantiert werden. Eine Fehllage kann dann als Spätkomplikation ein subakromiales Impingement oder eine Schultersteife durch Gewebeschädigung und darauffolgende Reaktionen, wie Verkalkungen oder Vernarbung, bedingen. Ebenfalls kann es zu Implantatversagen mit Platten- bzw. Schraubenlockerung oder -brüchen kommen. Besonderes Augenmerk in dieser Studie wurde auf Osteolysen im

Processus acromialis, die durch den akromialen Kontakt des Hakens bei Hakenplattenosteosynthese bedingt sein können, gelegt. Fünf Patienten zeigten solche Osteolysen im Röntgenbild. Emaraghy et al.¹⁰⁰ führten kürzlich eine Kadaverstudie durch, in der sie 15 mit Hakenplatten versorgte Schultern digital in einem dreidimensionalen Modell rekonstruierten, um die genaue Hakenlage im Verhältnis zu den subakromialen Strukturen darzustellen. Sie fanden dabei eine hohe Variabilität, was akromiale Dimensionen sowie die artikuläre Hakenlage betrifft. In 9 Fällen hatte die Hakenspitze direkten Kontakt zum Unterrand des Akromions. In der Literatur findet dieser Umstand bisher kaum Beachtung.

Als Spätkomplikationen ergaben sich 5 Reluxationen, welche bereits in Kapitel 7.2 diskutiert wurden. Anders stellt sich die Situation dar, wenn das gesamte Patientenkollektiv (n=89) betrachtet wird: Sechs weitere Patienten erlitten Reluxation der Klavikula und unterzogen sich einer erneuten Operation. Entsprechend der Ausschlusskriterien wurden diese Patienten nicht mit in die Studien eingeschlossen, trotzdem aber aktenanamnestisch analysiert. Vier HP-Patienten und ein PDS-K-Patient erhielten eine Revisionsoperation nach Weaver & Dunn. Ein weiterer PDS-K-Patient wurde revidiert und erneut mit PDS-Augmentation versorgt.

Letztlich stellt sich die Frage, inwiefern diese Komplikationen das funktionelle Outcome beeinflussen. Nur einer der Patienten mit Komplikationen war in der Beweglichkeit eingeschränkt. Auch unter Autoren vergleichbarer Studien herrscht Einigkeit darüber, dass diese Veränderungen das Endergebnis nicht negativ beeinflussen.^{2,42,44}

7.5 Schlussfolgerung

Die Vielzahl an operativen Therapiemöglichkeiten zur Behandlung der akuten AC-Gelenksprengung stellt höchste Anforderungen an eine optimale Versorgung: ein komplikationsloser Verlauf, eine frühe Mobilisation ohne Implantatversagen und eine gute Schulterfunktion im Langzeitverlauf mit geringer Rate an AC-Gelenkarthrosen und Repositionsverlusten. Dies für die Hakenplattenosteosynthese und PDS-Augmentation zu untersuchen und zu vergleichen war Anliegen der vorliegenden Studie.

Ziel aller Verfahren ist die Reposition und Wiederherstellung der Anatomie des Schultergelenkes, um dessen essentielle Funktion für eine optimale Schulterbeweglichkeit zu gewährleisten. Die radiologische Auswertung direkt postoperativ zeigte, dass die Hakenplattenosteosynthese eine bessere anatomische Reposition herstellen konnte. Es kam zu

einer überkorrigierten Gelenkstellung. Im Langzeitverlauf trat ein Repositionsverlust in beiden Gruppen auf. Dieser war in der HP-Gruppe verhältnismäßig höher, resultierte aber insgesamt trotzdem in einer besseren Gelenkstellung als nach PDS-Augmentation. Allerdings traten nach Hakenplattenosteosynthese in 5 Fällen akromiale Osteolysen auf - eine Entität, die bei der PDS-Augmentation nicht beobachtet wird. Die Arthroserate differierte nicht zwischen beiden Gruppen.

Die Funktionalität war nach beiden Verfahren sehr gut, was sich in der Patientenzufriedenheit widerspiegelt. Diese wiederum war in der PDS-K-Gruppe höher als in der HP-Gruppe. Ursächlich ist vor allem der nachteilige Sekundäreingriff zur Implantatentfernung. Dies zeigte sich auch in der längeren Arbeitsunfähigkeit nach Hakenplattenosteosynthese. Erstaunlicherweise war aber die subjektive, durch die Patienten geschätzte Länge der Rekonvaleszenzzeit, deutlich kürzer.

Aus operationstechnischer Sicht ist die Implantation der Hakenplatte das weniger aufwendige und schneller durchführbare Verfahren. Das Konzept der Hakenplatte, welches durch die Lage des Hakens unter dem Akromion Relativbewegungen der Klavikula gegenüber diesem zulässt, ermöglicht eine frühe Mobilisation.

Die Verträglichkeit der implantierten Hakenplatte war individuell sehr unterschiedlich, von störend bis völlig unproblematisch. Die in biomechanischen Studien gezeigte Heilung der korakoklavikulären Bänder dauert 4 Monate, so dass eine Entfernung des Implantates, wenn gut toleriert, aus diesem Grund erst danach erfolgen sollte.

8 Zusammenfassung

Weltweit wird eine Vielzahl unterschiedlicher Therapieverfahren zur Versorgung der akuten AC-Gelenksprengung angewendet. Bis dato ist kein Goldstandard etabliert. Einigkeit besteht in der Indikation zur operativen Versorgung von Rockwood V-Verletzungen, da durch Zerreißung aller Bandstrukturen der gesamte Schultergürtel in seiner Funktion beeinträchtigt wird.

Im Rahmen einer prospektiv-retrospektiven Studie wurden zwei der am häufigsten angewendeten Verfahren, die Hakenplattenosteosynthese und PDS-Augmentation, anhand von 52 Patienten mit Zustand nach operativer Versorgung der AC-Gelenksprengung, evaluiert und in einer Matched-Pairs-Analyse verglichen.

Wesentliches Ziel aller operativen Verfahren ist die anatomische Rekonstruktion der Strukturen im AC-Gelenk. Zur Darstellung dieser wurde am Ende der Follow-up-Periode eine Röntgenaufnahme in der Position nach Zanka angefertigt und der korakoklavikuläre sowie der akromioklavikuläre Abstand standardisiert ausgewertet. Die klinische Untersuchung wurde mittels der Scores nach Constant und Taft komplettiert, und die Patientenzufriedenheit mittels des DASH-Scores und einem Fragebogen standardisiert.

Radiologisch zeigte sich, dass die Wiederherstellung der Anatomie mit der Hakenplattenosteosynthese besser gelang, es fand sich sogar eine leichte Überkorrektur. Im Langzeitverlauf kam es nach beiden Verfahren zu einem Repositionsverlust, der am Ende der Follow-up-Periode in der PDS-K-Gruppe höher war als in der HP-Gruppe. Allerdings traten nach der Versorgung mit Hakenplatten Osteolysen im Processus acromialis auf. Die Rate an Arthrosen war vergleichbar niedrig. Einen Einfluss auf die Funktionalität hatten weder die akromialen Osteolysen noch die AC-Gelenkarthrose, beide Gruppen erreichten eine gute postoperative Beweglichkeit. Dies bestätigte sich sowohl im Constant- als auch im Taft-Score. Die Patientenzufriedenheit war in der PDS-K-Gruppe höher. Ursächlich war der notwendige Sekundäreingriff zur Implantatentfernung in der HP-Gruppe. Erstaunlicherweise konnte in einigen Fällen eine sehr gute schmerzfreie Schulterfunktion mit der Hakenplatte in situ erreicht werden. Der postoperative Arbeitsausfall war nach PDS-Augmentation geringer, die subjektive Rekonvaleszenzzeit interessanterweise höher.

Sowohl die Osteosynthese mittels Hakenplatte als auch die PDS-Augmentation sind standardisierte, reproduzierbare Techniken, die geeignete Verfahren zur Therapie von Schultergelenksprengung vom Typ Rockwood V darstellen.

Literaturverzeichnis

1. Adams FL. The Genuine Works of Hippocrates. New York: William Wood; 1886: 338.
2. Pfahler M, Krodol A, Refior HJ. Surgical treatment of acromioclavicular dislocation. Arch Orthop Trauma Surg 1994;113(6):308-11.
3. Langendorf HU. AC-Verletzungen: konservativ-funktionelle Therapie und Ergebnisse. Trauma Berufskrankh 2004; 6(3):329-33.
4. Thomas M, Steinke H, Busse MW. Acromioclavicular joint injuries in sports. KCS 2001;2(4):47-56.
5. DePalma AF. Surgical anatomy of acromioclavicular and sternoclavicular joints. Surg Clin North Am 1963;43:1541-50.
6. Schmidt HM, Vahlensiek M. Klinisch-radiologische Anatomie der Schulterregion. Radiologie 1996;36:933-43.
7. Rehn J, Pingel P, Hierholzer G. Zur operativen Behandlung der Verrenkung im Schulter-eckgelenk. Acta chirurgica Austriaca 1970;1:30-7.
8. Henschke F, Zeiler G, Reinhold R. Relevanz der konventionellen Radiologie in der Traumatologie des Akromioklavikulargelenkes. Eine vergleichende radiologische und morphologische Untersuchung. Osteologie Band 1997;6(2): 70-80
9. Petersson C, Redlund-Johnell I. Radiographic joint space in normal acromioclavicular joints. Acta Orthop Scand 1983;54(3):431-3.
10. Salter EG, Jr., Nasca RJ, Shelley BS. Anatomical observations on the acromioclavicular joint and supporting ligaments. Am J Sports Med 1987;15(3):199-206.
11. Haas N, Blauth M. Injuries of the acromio- and sternoclavicular joint - surgical or conservative treatment? Orthopäde 1989; 18(4):234-45.
12. Bosworth BM. Acromioclavicular separation: New method of repair. Surg Gynecol Obstet 1941;73:866-71.
13. Rockwood CA, Green DP. Fractures in Adults (Volume 1). 2nd Edt. Philadelphia: J.B. Lippincott Company; 1984:1210-44.
14. Post M. Current concepts in the diagnosis and management of acromioclavicular dislocations. Clin Orthop Relat Res 1985;(200):234-47.
15. Petersson CJ. Degeneration of the acromioclavicular joint. A morphological study. Acta Orthop Scand 1983;54(3):434-8.
16. Gohlke F, Hedtmann A. Schulter. 2002; in: Wirth CJ, Zichner L: Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (Band 2), 1. Auflage, Thieme, Stuttgart-New York (2002).
17. Klönz A, Loitz D. The acromioclavicular joint. Unfallchirurg 2005;108(12):1049-58.
18. Lippert H. Lehrbuch Anatomie. München: Urban-Schwarzenberg; 1996:709-26.
19. Bosworth BM. Complete acromioclavicular dislocation. N Engl J Med 1949;241(6):221-5.
20. DePalma AF. Degenerative changes in the sternoclavicular and acromioclavicular joints in various decades. Springfield Illinois: Thomas; 1957: 116.
21. Urist MR. Complete dislocation of the acromioclavicular joint: the nature of the traumatic lesion and effective methods of treatment with an analysis of 41 cases. J Bone Joint Surg 1946;(28):813-37. In: Fractures in Adults (Band 2) Rockwood, CA., Green DP.
22. Voigt C, Enes-Gaiao F, Fahimi S. Die Behandlung der akromioklavikulären Luxation mit der Gelenkplatte nach Rahmanzadeh. Akt-Traumat 1994;24:128-32.

23. Inman VT, Saunders JB, Abbott LC. Observations of the function of the shoulder joint. 1944. Clin Orthop Relat Res 1996;(330):3-12.
24. Loitz D, Klönz A, Reilmann H. Trauma and degeneration of the acromioclavicular joint. Chirurg 2008;79(12):1169-78.
25. Nadjar R, Brunner U. Operative Stabilisierung des AC-Gelenkes bei Rockwood III und V mit Fadenanker: Op Technik und erste Ergebnisse. Steinkopf-Verlag 2007:180-2, in: Spezialgebiete aus der Schulter- und Ellenbogenchirurgie (Band 2), Brunner UH.
26. Loitz D, Klönz A. Chronic instability of the acromioclavicular joint. Surgical technique. Unfallchirurg 2005;108(12):1061-4.
27. McPhee IB. Inferior dislocation of the outer end of the clavicle. J Trauma 1980;20(8):709-10.
28. Tossy JD, Mead NC, Sigmond HM. Acromioclavicular separations: useful and practical classification for treatment. Clin Orthop Relat Res 1963;28:111-9.
29. Rockwood CA, Green DP. Fractures in adults. Philadelphia: J.B. Lippincott Company; 1975: 860-981.
30. McConnell AJ, Yoo DJ, Zdero R, Schemitsch EH, McKee MD. Methods of operative fixation of the acromioclavicular joint: a biomechanical comparison. J Orthop Trauma 2007;21(4):248-53.
31. Turnbull JR. Acromioclavicular joint disorders. Med Sci Sports Exerc 1998;30(4 Suppl.):26-32.
32. Hirner A, Weise K. Chirurgie Schnitt für Schnitt. Stuttgart: Thieme; 2004:276-305.
33. Thielke KH, Barth F, Echtermeyer V. Akromioklavikulargelenkverletzungen. Trauma Berufskrankh 2004;6(3):334-8.
34. Dann K. Akromioklavikularstabilisierung bei akuten Läsionen. Orthopäde 2006;5:32-4.
35. Thomas M, Busse MW. Acromioclavicular joint injuries in sports. KCS 2001;2(4):47-56.
36. Zanca P. Shoulder pain: involvement of the acromioclavicular joint. (Analysis of 1,000 cases). Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 1971;112(3):493-506.
37. Alexander OM. Radiography of the acromioclavicular articulation. Med Radiogr Photogr 1954;30(2):34-9.
38. Alexander OM. Dislocation of the acromioclavicular joint. Radiography 1949;15(179):260.
39. Jerosch J, Castro, WH. Orthopädisch-traumatologische Gelenkdiagnostik. Stuttgart: Enke Verlag; 1995:1-88.
40. Bannister GC, Wallace WA, Stableforth PG, Hutson MA. The management of acute acromioclavicular dislocation. A randomized prospective controlled trial. J Bone Joint Surg Br 1989;71(5):848-50.
41. Bannister GC, Wallace WA, Stableforth PG, Hutson MA. A classification of acute acromioclavicular dislocation: a clinical, radiological and anatomical study. Injury 1992;23(3):194-6.
42. Larsen E, Bjerg-Nielsen A, Christensen P. Conservative or surgical treatment of acromioclavicular dislocation. A prospective, controlled, randomized study. J Bone Joint Surg Am 1986;68(4):552-5.
43. Taft TN, Wilson FC, Oglesby JW. Dislocation of the acromioclavicular joint. An end-result study. J Bone Joint Surg Am 1987;69(7):1045-51.

44. Lancaster S, Horowitz M, Alonso J. Complete acromioclavicular separations. A comparison of operative methods. *Clin Orthop Relat Res* 1987;(216):80-8.
45. Rüedi TP, Murphy WM. *AO Prinzipien des Frakturmanagements*. Stuttgart, New York: AO Publishing, Thieme Verlag; 2003:168-268.
46. Hackenberger J, Schmidt J, Altmann T. The effects of hook plates on the subacromial space - a clinical and MRT study. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2004;142(5):603-10.
47. Baldwin K, Namdari S, Anderson J, Lee B, Itamura J, Huffman G. Luggage Tag Technique of Anatomic Fixation of Displaced Acromioclavicular Joint Separations. *Clin Orthop Relat Res* 2010;468:259-65.
48. Petersen W, Wellmann M, Rosslenbroich S, Zantop T. Minimally Invasive Acromioclavicular Joint Reconstruction (MINAR). *Oper Orthop Traumatol* 2010;22(1):52-61.
49. Weaver JK, Dunn HK. Treatment of acromioclavicular injuries, especially complete acromioclavicular separation. *J Bone Joint Surg Am* 1972;54(6):1187-94.
50. Greiner S, Braunsdorf J, Perka C, Herrmann S, Scheffler S. Mid to long-term results of open acromioclavicular-joint reconstruction using polydioxansulfate cerclage augmentation. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009;129(6):735-40.
51. Henkel T, Oetiker R, Hackenbruch W. Treatment of fresh Tossy III acromioclavicular joint dislocation by ligament suture and temporary fixation with the clavicular hook plate. *Swiss Surg* 1997;3(4):160-6.
52. Hessmann M, Gotzen L, Gehling H, Ruschenpohler D. Results of reconstruction of acromioclavicular joint rupture with PDS implants. *Unfallchirurg* 1997;100(3):193-7.
53. Fremerey RW, Lobenhoffer P, Bosch U, Freudenberg E, Tscherne H. Surgical treatment of acute, complete acromioclavicular joint dislocation. Indications, technique and results. *Unfallchirurg* 1996;99(5):341-5.
54. Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1987(214):160-4.
55. Germann G, Harth A, Wind G, Demir E. Standardization and validation of the German version 2.0 of the Disability of Arm, Shoulder, Hand (DASH) questionnaire. *Unfallchirurg* 2003;106(1):13-9.
56. Haaker R, Eickhoff U, Teske W, Klammer HL. Comparative study of surgically treated shoulder injuries with or without metal implants. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1994;132(4):306-11.
57. Cohen J. A power primer. *Psychological Bulletin* 1992;112:155-9.
58. Tomlinson DP, Altchek DW, Davila J, Cordasco FA. A modified technique of arthroscopically assisted AC joint reconstruction and preliminary results. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466(3):639-45.
59. DeBerardino TM, Pensak MJ, Ferreira J, Mazzocca AD. Arthroscopic stabilization of acromioclavicular joint dislocation using the AC graftrope system. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19(2 Suppl):47-52.
60. Koukakis A, Manouras A, Apostolou CD et al. Results using the AO hook plate for dislocations of the acromioclavicular joint. *Expert Rev Med Devices* 2008;5(5):567-72.
61. Ejam S, Lind T, Falkenberg B. Surgical treatment of acute and chronic acromioclavicular dislocation Tossy type III and V using the Hook plate. *Acta Orthop Belg* 2008;74(4):441-5.
62. Hessmann M, Gotzen L, Gehling H, Ruschenpohler D. Results of reconstruction of acromioclavicular joint rupture with PDS implants. *Unfallchirurg* 1997;100(3):193-7.

63. Salem KH, Schmelz A. Treatment of Tossy III acromioclavicular joint injuries using hook plates and ligament suture. *J Orthop Trauma* 2009;23(8):565-9.
64. B  this H, Tingart M, Bouillon B, Tiling T. The status of therapy of acromioclavicular joint injury. Results of a survey of trauma surgery clinics in Germany. *Unfallchirurg* 2001;104(10):955-60.
65. Bosworth BM. Acromioclavicular dislocation; end-results of screw suspension treatment. *Ann Surg* 1948;127(1):98-111.
66. Jiang C, Wang M, Rong G. Proximally based conjoint tendon transfer for coracoclavicular reconstruction in the treatment of acromioclavicular dislocation. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90(2):299-308.
67. Law KY, Yung SH, Ho PY, Chang HT, Chan KM. Coracoclavicular ligament reconstruction using a gracilis tendon graft for acute type-III acromioclavicular dislocation. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2007;15(3):315-8.
68. Hosseini H, Friedmann S, Troger M, Lobenhoffer P, Agneskirchner JD. Arthroscopic reconstruction of chronic AC joint dislocations by transposition of the coracoacromial ligament augmented by the Tight Rope device: a technical note. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17(1):92-7.
69. Kiefer H, Claes L, Burri C, Holzwarth J. The stabilizing effect of various implants on the torn acromioclavicular joint. A biomechanical study. *Arch Orthop Trauma Surg* 1986;106(1):42-6.
70. Leidel BA, Braunstein V, Pilotto S, Mutschler W, Kirchhoff C. Mid-term outcome comparing temporary K-wire fixation versus PDS augmentation of Rockwood grade III acromioclavicular joint separations. *BMC Res Notes* 2009;2:84.
71. Leidel BA, Braunstein V, Kirchhoff C, Pilotto S, Mutschler W, Biberthaler P. Consistency of long-term outcome of acute Rockwood grade III acromioclavicular joint separations after K-wire transfixation. *J Trauma* 2009;66(6):1666-71.
72. Gohring U, Matuszewicz A, Friedl W, Ruf W. Results of treatment after different surgical procedures for management of acromioclavicular joint dislocation. *Chirurg* 1993;64(7):565-71.
73. Nuber GW, Bowen MK. Acromioclavicular Joint Injuries and Distal Clavicle Fractures. *J Am Acad Orthop Surg* 1997;5(1):11-8.
74. Osti M, Seil R, Bachelier F, Kohn D. Minimally invasive endoscopic reconstruction technique of acute AC-joint dislocations: a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;14(7):686-91.
75. Mazzocca AD, Santangelo SA, Johnson ST, Rios CG, Dumonski ML, Arciero RA. A biomechanical evaluation of an anatomical coracoclavicular ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2006;34(2):236-46.
76. Ceccarelli E, Bondi R, Alviti F, Garofalo R, Miulli F, Padua R. Treatment of acute grade III acromioclavicular dislocation: a lack of evidence. *J Orthop Traumatol* 2008;9(2):105-8.
77. Rehbein K, Jung C, Becker U, Bauer G. Treatment of acute AC joint dislocation by transosseal acromioclavicular and coracoclavicular fiberwire cerclage. *Z Orthop Unfall* 2008;146(3):339-43.
78. Folwaczny EK, Yakisan D, Sturmer KM. The Balser plate with ligament suture. A dependable method of stabilizing the acromioclavicular joint. *Unfallchirurg* 2000;103(9):731-40.

79. Seitz H, Wielke B, Schlenz I, Pichl W, Vecsei V. Load sharing in augmented anterior cruciate ligament repair: a mathematical analysis based on in vitro measurements. *Clin-Biomech (Bristol, Avon)* 1996;11(8):431-438.
80. James SL. Biomechanics of knee ligament reconstruction. *Clin Orthop* 1980(146):90-101.
81. Constant CR. Schulterfunktionsbeurteilung. *Orthopäde* 1991(20):289-94.
82. Conboy VB, Morris RW, Kiss J, Carr AJ. An evaluation of the Constant-Murley shoulder assessment. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78(2):229-32.
83. Plafki C, Hedtmann A, Fett H, Lutke A, Willburger RE. Results of surgical therapy of ruptures of the rotator cuff of the shoulder. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1997;135(4):360-7.
84. Murray MP, Gore DR, Gardner GM, Mollinger LA. Shoulder motion and muscle strength of normal men and women in two age groups. *Clin Orthop Relat Res* 1985(192):268-73.
85. Thomas M, Dieball O, Busse M. Normal values of the shoulder strength in dependency on age and gender - comparison with the constant, UCLA, ASES scores and SF36 health survey. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2003;141(2):160-70.
86. Changulani M, Okonkwo U, Keswani T, Kalairajah Y. Outcome evaluation measures for wrist and hand: which one to choose? *Int Orthop* 2008;32(1):1-6.
87. Pearsall AW, Hollis JM, Russell GV, Jr., Stokes DA. Biomechanical comparison of reconstruction techniques for disruption of the acromioclavicular and coracoclavicular ligaments. *J South Orthop Assoc* 2002;11(1):11-7.
88. Makela P, Pohjonen T, Tormala P, Waris T, Ashammakhi N. Strength retention properties of self-reinforced poly L-lactide (SR-PLLA) sutures compared with polyglyconate (Maxon) and polydioxanone (PDS) sutures. An in vitro study. *Biomaterials* 2002;23(12):2587-92.
89. Debus ES, Geiger D, Sailer M, Ederer J, Thiede A. Physical, biological and handling characteristics of surgical suture material: a comparison of four different multifilament absorbable sutures. *Eur Surg Res* 1997;29(1):52-61.
90. Graupe F, Dauer U, Eyssel M. Late results of surgical treatment of Tossy III acromioclavicular joint separation with the Balser plate. *Unfallchirurg* 1995;98(8):422-6.
91. Murena L, Vulcano E, Ratti C, Cecconello L, Rolla PR, Surace MF. Arthroscopic treatment of acute acromioclavicular joint dislocation with double flip button. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17(12):1511-5.
92. De Baets T, Truijen J, Driesen R, Pittevels T. The treatment of acromioclavicular joint dislocation Tossy grade III with a clavicle hook plate. *Acta Orthop Belg* 2004;70(6):515-9.
93. Tsou PM. Percutaneous cannulated screw coracoclavicular fixation for acute acromioclavicular dislocations. *Clin Orthop Relat Res* 1989(243):112-21.
94. Sundaram N, Patel DV, Porter DS. Stabilization of acute acromioclavicular dislocation by a modified Bosworth technique: a long-term follow-up study. *Injury* 1992;23(3):189-93.
95. Prokop A, Helling HJ, Andermahr J, Monig S, Rehm KE. Tossy III injuries of the acromioclavicular joint. In what circumstances is surgery still justified? Personal results and literature review. *Orthopäde* 2003;32(5):432-6.
96. Faraj AA, Ketzer B. The use of a hook-plate in the management of acromioclavicular injuries. Report of ten cases. *Acta Orthop Belg* 2001;67(5):448-51.
97. Gstettner C, Tauber M, Hitzl W, Resch H. Rockwood type III acromioclavicular dislocation: surgical versus conservative treatment. *J Shoulder Elbow Surg* 2008;17(2):220-5.

-
98. Tan H, Wang S, Zhao J, Qian C, Zhou Q, Shi Y. Treatment of fresh Tossy type III acromioclavicular joint dislocations and Neer type II distal clavicle fractures with clavicular hook plate. 2010;24(1):69-73.
 99. Renne J, Bauerle E. Therapeutic possibilities after insufficiently treated Monteggia injuries. Z Orthop Ihre Grenzgeb 1976; 114(4):659-63.
 100. Elmaraghy AW, Devereaux MW, Ravichandiran K, Agur AM. Subacromial morphometric assessment of the clavicle hook plate. Injury 2010; 41(6):613-9.

Danksagung

Bedanken möchte ich mich herzlich bei Herrn PD Dr. med. Georg Gradl für die Überlassung des Themas und die wertvolle Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit.

Herrn Dr. med. Thomas Westphal und Frau Heike Suren, Abteilung für Unfallchirurgie/Orthopädie des Klinikum Südstadt Rostock, danke ich für die wohlwollende Zusammenarbeit bei der Patientenakquirierung.

Frau Dipl.-Math. Helga Krentz, Institut für Biostatistik und Informatik, Universität Rostock, danke ich für die Beratung während der statistischen Auswertung der Arbeit.

Meinen Eltern Ines und Dietrich Eschler möchte ich meinen aufrichtigen Dank für die Ermöglichung des Studiums aussprechen. Ebenso danke ich meinem Bruder Eric Eschler für die technische Hilfe während der Anfertigung dieser Arbeit.

ANHANG 1**ETHIKANTRAG**

PD Dr. med. Georg Gradl
Cand. med. Anica Eschler

Chirurgische Klinik und Poliklinik der Universität Rostock
Abteilung Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
Schillingallee 35
18055 Rostock

Tel.: 0049 381 4946051
Fax: 0049 381 4946052
georg.gradl@med.uni-rostock.de
anica.eschler@uni-rostock.de

**Antrag an die Ethikkommission vor der Durchführung
biomedizinischer
oder epidemiologischer Forschung am Menschen**

**Vergleich zweier Therapieverfahren zur Behandlung von
Schultereckgelenksverletzungen
PDS-Kordel versus Hakenplatte**

eine Matched-Pair-Analyse

Leiter: PD Dr. med. G. Gradl

Beteiligte Personen: PD Dr. med. G. Gradl
Cand. med. A. Eschler

Wir erklären, dass wir keinen weiteren Antrag auf zustimmende Bewertung der o.g. klinischen Prüfung bei einer anderen nach Landesrecht gebildeten Ethik-Kommission gestellt haben oder stellen werden.

Kostenträger: Eigenmittel

Zusammenfassung

Schultereckgelenksverletzungen sind überwiegend Sportverletzungen v.a. junger Menschen [1]. Die Einteilung erfolgt nach Tossy in die Stadien I-III oder nach Rockwood [2]. Tossy I- und II-Verletzungen können konservativ behandelt werden, Tossy III-Verletzungen werden operativ korrigiert. Ziel ist die Wiederherstellung der Gelenkfunktion und –belastbarkeit.

Verschiedene operative Techniken zur Wiederherstellung der physiologischen Funktion werden genutzt: Korakoklavikuläre Schrauben, korakoklavikuläre Cerclage, Bandreparaturen und –rekonstruktionen, Hakenplatten und die Umschlingungstechnik mit synthetischem Material (PDS-Kordel) sind die derzeit gebräuchlichen Methoden [3].

Hakenplatten zeigen in mehreren Studien sehr gute Ergebnisse mit oft vollständiger Wiederherstellung der Funktion des Gelenkes [1,3,5,6,7,8]. Postoperativ wird das Gelenk kurzzeitig in einem Gilchristverband ruhiggestellt, anschließend wird mit der Beübung begonnen [1]. Die Entfernung der Platte macht einen Zweiteingriff notwendig.

Die PDS-Kordel, ebenfalls ein gängiges und bewährtes Verfahren, benötigt einen einmaligen Eingriff und ist mit einem kürzeren stationären Aufenthalt verbunden [4]. Postoperativ kann es aber durch Dehnungsprozesse in dem resorbierbaren Nahtmaterial zu Repositionsverlust kommen. Deswegen ist vor ca. 1 Jahr dieses Verfahren in der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Universität Rostock eingestellt worden. Seither werden akromioklavikuläre Bandverletzungen mit der Hakenplatte versorgt. Es stellt sich nun die Frage, ob die Änderung im Behandlungsregime auch zu besseren Langzeitergebnissen im Hinblick auf Wiederherstellung der Anatomie und Schulter-Funktion geführt hat.

Diese retrospektive Studie stellt die Versorgung der Schultereckgelenksprengung Tossy III mit PDS-Kordel der Hakenplatte im Hinblick auf Schmerzniveau, Wiederherstellung der Gelenkfunktion und Belastbarkeit, Nachbehandlungsdauer und kosmetischem Ergebnis gegenüber.

Prüfplan

Methodik

Patienten mit Schultereckgelenksverletzungen des Schweregrades Tossy III, die im Zeitraum zwischen Januar 2002 und August 2007 operativ versorgt wurden, wird durch eine Aktenrecherche erfasst. Es werden 2 Gruppen gebildet aus Patienten mit Hakenplattenrekonstruktion und Patienten mit Rekonstruktion durch eine PDS-Kordel. Daraufhin wird eine Matched-Pair-Analyse durchgeführt, wobei als match-Kriterien das Geschlecht, das Alter und die operative Versorgung auf der dominanten versus nicht dominanten Armseite dienen. Die Patienten werden schriftlich einbestellt und werden einer körperlichen Untersuchung unterzogen. Die Untersuchung umfasst Inspektion, Palpation des Schultereckgelenkes, Messung der Bewegungsumfänge und Ermittlung des DASH und des Constant-Murley-Scores (→ siehe Anlage).

Weiterhin erfolgt ein Rx-Bild beider Schultern a.p. zur Evaluierung des akromio-klavikulären Abstandes.

Es werden mindestens 40 Patienten untersucht.

Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgt statistisch auf einem handelsüblichen Laptop. Die Daten werden in einer Excel-Datei geführt und statistisch mit dem Programm Sigma-Stat ausgewertet.

Vorgesehene Gesamtdauer: 1,5 Jahre

Probandenauswahl: Patienten mit Schultereckgelenksverletzungen Tossy III.

Art der Prüfung: Nachuntersuchung und prospektiv/retrospektive matched-pair Analyse

Geltende Bestimmungen: Röntgenverordnung (RöV)

Vorprüfungen: Anhand der Akten der jeweiligen Patienten wird vor Einbestellung überprüft, ob ein postoperatives Röntgenbild vorhanden ist, somit also auf die Röntgenuntersuchung verzichtet werden kann.

Mögliche Komplikationen und/oder Risiken: Komplikationen können durch diese Studie nicht auftreten da die Behandlung der Patienten vollständig abgeschlossen ist. Die Röntgenuntersuchung birgt für den Patienten die üblichen Risiken.

Risiko-Nutzen-Abwägung: Die Versorgung der Schultergelenksverletzung Tossy III mit PDS-Kordel ist ein Standardverfahren. Die Hakenplatte ist eine ebenfalls standardisierte Methode, welche zunehmend Popularität erlangt, in vielen Kliniken aber noch nicht bevorzugt wird. Postoperative Komplikationen, wie Bewegungseinschränkungen und Fehlstellungen, können in jeder Hinsicht eine ernste Einschränkung der Patienten in ihrem täglichen Leben bedeuten. In dieser Studie soll aufgezeigt werden, welches der Verfahren eventuell besser geeignet ist.

Die Strahlenbelastung durch das Rx-Bild der Schultern mit einer effektiven Dosis von 0,3 mSv ist als sehr gering einzuschätzen.

Probandeninformation/Probandeneinwilligung: Siehe Anlage

Versicherungsschutz: Ein Versicherungsschutz ist nicht notwendig.

Literatur

1. **Hackenberger J, Schmidt J, Altmann T:** Die Auswirkungen von Hakenplatten auf den Subakromialraum- Eine klinische und MRT-Studie. Z Orthop 2004; 142: 603-610
2. **Tossy JD, Mead NC, Sigmond HM:** Acromioclavicular separations: useful and practical classification for treatment. Clin Orthop 1963; 28:111-119
3. **McConnell AJ, Yoo DJ, Zdero R, Schemitsch EH, McKee MD:** Methods of operative fixation of the acromio-clavicular joint: a biomechanical comparison. J Orthop Trauma 2007; 21(4): 248-53
4. **Göhring U, Matuszewicz A, Friedl W, Ruf W:** Results of treatment after different surgical procedures for management of acromioclavicular joint dislocation. Chirurg 1993; 64(7): 565-71
5. **Faraj AA, Ketzer B:** The use of a hook-plate in the management of acromioclavicular injuries. Report of ten cases. Acta Orthop Belg 2001; 67(5): 448-51
6. **Sim E, Schwarz N, Höcker K, Berzlanovich A:** Repair of complete acromioclavicular separations using the acromioclavicular-hook plate. Clin Orthop Relat Res 1995; (314): 134-42
7. **Henkel T, Oetiker R, Hackenbruch W:** Treatment of fresh Tossy III acromioclavicular joint dislocation by ligament suture and temporary fixation with the clavicular hooked plate. Swiss Surg 1997; 3(4): 160-6
8. **Kaiser W, Ziemer G, Heymann H:** Treatment of acromioclavicular dislocations with the Balser hook plate and ligament suture. Chirurg 1984; 55(11): 721-4
9. **De Baets T, Truijien J, Driesen R, Pittevels T:** The treatment of acromioclavicular joint dislocation Tossy grade III with a clavicle hook plate. Acta Orthop Belg 2004; 70(6):515-9

STATTGEBUNG DURCH DIE ETHIKKOMMISSION



UNIVERSITÄT ROSTOCK MEDIZINISCHE FAKULTÄT



Universität Rostock, Medizinische Fakultät, PF 10 08 88, D-18055 Rostock

PD Dr. med. Georg Gradl
Universitätsklinikum Rostock
Abteilung für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie
Schillingallee 35

18055 Rostock

Ethikkommission

Vorsitz: Prof. Dr. R. Wegener
Sitz: St. Georg Straße 108
18055 Rostock
Tel.: (0381) 494 - 9939
Fax: (0381) 494 - 5024
E-mail: ethik@med.uni-rostock.de

Vergleich zweier Therapieverfahren zur Behandlung von Schulterreckgelenksverletzungen

PDS-Kordel versus Hakenplatte

Eine retrospektive „matched-pair“ Analyse

Antragsteller: PD Dr. med. Georg Gradl, Oberarzt Abteilung für Unfall- und
Wiederherstellungschirurgie der Universität Rostock

Reg.-Nr.: A 55/2007 (Bei Schriftwechsel bitte stets angeben)
Antrag vom 20.11.2007 (Eingang: 26.11.2007)

Sehr geehrter Herr Privatdozent Dr. Gradl,

die Ethikkommission an der Medizinischen Fakultät der Universität Rostock hat das von
Ihnen zur Begutachtung eingereichte Forschungsvorhaben mit dem Titel

Vergleich zweier Therapieverfahren zur Behandlung von Schulterreckgelenksverletzungen

PDS-Kordel versus Hakenplatte

Eine retrospektive „matched-pair“ Analyse

geprüft.

Aus Sicht der Ethikkommission bestehen

keine berufsethischen und berufsrechtlichen Bedenken

gegen die Durchführung des Projektes.

Die Kommission erlaubt sich folgenden Hinweis:

Der Verweis auf § 42 Abs.1, Satz 2 und Abs. 2 AMG sollte gestrichen werden (vgl.:
Datenschutzrechtliche Patienteneinwilligung), da es sich nicht um eine klinische Prüfung nach
dem Arzneimittelgesetz handelt.

Wir weisen Sie darauf hin, dass die ärztliche und juristische Verantwortung des Leiters des Projektes und der teilnehmenden Ärzte entsprechend der Beratungsfunktion der Ethikkommission von dieser Stellungnahme unberührt bleibt.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. med. R. Wegener
Vorsitzender der Ethikkommission


Swantje Kautz-Kohlschein
Geschäftsstellenleiterin

ANHANG 2**PATIENTENINFORMATION**

Cand. med. Anica Eschler
PD Dr. med. Georg Gradl

Chirurgische Klinik und Poliklinik der Universität Rostock
Abteilung Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
Schillingallee 35
18055 Rostock

Tel.: 0049 381 4946051
Fax: 0049 381 4946052
georg.gradl@med.uni-rostock.de
anica.eschler@uni-rostock.de

Patienteninformation

zur Studie

**„Vergleich zweier Therapieverfahren zur Behandlung von
Schultereckgelenksverletzungen PDS-Kordel versus Hakenplatte“**

Sehr geehrte/r Patient/in,

Sie haben sich vor geraumer Zeit eine Verletzung des Schultereckgelenkes zugezogen. Dabei kam es zu einer Verletzung des Bandapparates der Schulter.

Bei Frakturen mit geringen Fehlstellungen erfolgt die Behandlung konservativ, d.h. Ruhigstellung mit einem speziellen Verband. Große Fehlstellungen müssen jedoch operativ versorgt werden, wobei verschiedene Operationstechniken zur Wahl stehen.

Wichtig ist eine stabile Versorgung der Fraktur. Um eine Heilung der Bänder zu gewährleisten müssen Schlüsselbein und Schulterblatt wieder in natürliche Position zueinander gebracht werden.

Hierfür stehen im Allgemeinen die Versorgung mit PDS-Kordel oder Hakenplatte zur Verfügung.

Bei ersterer Variante wird ein resorbierbarer Faden um die Knochen geschlungen, um eine Heilung der Bänder zu erleichtern. Bei letzterer Methode wird eine Metallplatte auf dem Schlüsselbein angebracht. Diese wird durch einen zweiten Eingriff wieder entfernt werden. Beide Methoden werden von den Patienten gut toleriert und zeigen sehr gute Ergebnisse bei der Frakturbehandlung.

Anliegen der Studie

Bisher werden bei der Schultereckgelenksprengung deutschlandweit beide Verfahren eingesetzt. Es stellt sich nun die Frage, ob eines der beiden Verfahren dem anderen überlegen ist.

Ziel dieser Studie ist es festzustellen, ob bzw. in welchem Ausmaß sich die PDS-Kordel und die Hakenplatte unterscheiden, in Hinblick auf:

- die Wiederherstellung der Gelenkfunktion
- die Nachbehandlungsdauer
- das postoperative Schmerzniveau
- kosmetischen Ergebnis

Konzeption der Studie

Studiendesign: prospektiv/retrospektive „matched-pair“ Analyse

Patientenzahl: mind. 40 Patienten

Wenn von der Gegenwart ausgehend die Vorgeschichte der Patienten mit Schultergelenkfrakturen untersucht wird, heißt dies im medizinischen Sprachgebrauch sie werden retrospektiv erfasst. „Matched pair“ bedeutet, dass von beiden Operationsmethoden Patienten ähnlichem Geschlechts, Alters und in Abhängigkeit der operierten Seite verglichen werden.

Studiendurchführung/Untersuchungen

Studiendauer: 1,5 Jahre

Für Sie bedeutet dies, dass Sie einmalig für ca. 30 Minuten in die Klinik kommen. Ihre Schulter wird kurz auf Belastbarkeit und Bewegungsumfang untersucht. Und sofern kein postoperatives Röntgenbild des Thorax vorhanden ist, wird dieses angefertigt. Zusätzlich erfolgt eine kurze Auswertung per Fragebogen:

- DASH-Score
- Constant-Murley-Scores

Der genannte Fragebogen DASH enthält Fragen zu Ihrem körperlichen Wohlbefinden und zur Funktionalität der verletzten Schulter. Er wird von Ihnen selbständig ausgefüllt. Natürlich helfen wir Ihnen gerne dabei. Der Constant-Murley-Score wird vom Untersuchenden erhoben.

Risiken und Nebenwirkungen

Falls kein Röntgenbild vorhanden ist, besteht die Notwendigkeit, dies nachzuholen. Die effektive Strahlendosis der zusätzlich durchzuführenden Röntgen-Untersuchung des Thorax ist mit weniger als 0,3 mSv als sehr gering zu bezeichnen.

Nebenwirkungen können keine Auftreten.

Notfalladresse

s.o.

Prüfarzt: Dr. med. Georg Gradl

Freiwilligkeit der Teilnahme; Widerrufsrecht

Die Teilnahme an dieser Studie ist freiwillig. Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen Ihre Zustimmung widerrufen, ohne dass daraus Nachteile für Ihre folgende Behandlung entstehen.

Vertraulichkeit

Ihre persönlichen Daten werden in verschlüsselter (anonymisierter) Form gespeichert. Die Grundsätze des Datenschutzes werden beachtet und Ihre personenbezogenen Daten werden vertraulich behandelt.

Ich versichere hiermit, dass ich den Patienten über o. g. Studie informiert und aufgeklärt habe.

Ort, Datum

Unterschrift des Prüfarztes

ANHANG 3**PATIENTENEINWILLIGUNG**

Cand. med. Anica Eschler
PD Dr. med. Georg Gradl

Chirurgische Klinik und Poliklinik der Universität Rostock
Abteilung Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
Schillingallee 35
18055 Rostock

Tel.: 0049 381 4946051
Fax: 0049 381 4946052
georg.gradl@med.uni-rostock.de
anica.eschler@uni-rostock.de

Patienteneinwilligung

zur Teilnahme an der retrospektiven Studie

**„Vergleich zweier Therapieverfahren zur Behandlung von
Schultereckgelenksverletzungen PDS-Kordel versus Hakenplatte“**

Ich, _____, wurde vollständig über Wesen, Bedeutung und Tragweite der klinischen Prüfung mit dem o. g. Titel aufgeklärt. Ich habe den Aufklärungstext gelesen und verstanden. Ich hatte die Möglichkeit, Fragen zu stellen, und habe die Antworten verstanden und akzeptiere sie. Über die mit der Teilnahme an der Studie verbundenen Risiken und den möglichen Nutzen bin ich informiert worden.

Ich hatte ausreichend Zeit, mich zur Teilnahme an dieser Studie zu entscheiden und weiß, dass die Teilnahme an dieser klinischen Prüfung freiwillig ist. Ich weiß, dass ich jederzeit und ohne Angabe von Gründen diese Zustimmung widerrufen kann, ohne dass sich dieser Entschluss nachteilig auf meine spätere Behandlung auswirken wird.

Datenschutzrechtliche Patienteneinwilligung (§ 40 Abs.1, Satz 2 und Abs. 2, AMG)

Mir ist bekannt, dass meine persönlichen Daten in verschlüsselter (anonymisierter) Form gespeichert werden. Mir wurde versichert, dass dabei die Grundsätze des Datenschutzes beachtet werden, d.h. meine personenbezogenen Daten vertraulich behandelt und nicht an andere als die nachfolgend genannten Personen und Stellen weitergegeben werden.

Mit meinem Einverständnis zur Teilnahme erkläre ich gleichzeitig, dass ich mit der Weitergabe der im Rahmen dieser klinischen Prüfung erfolgenden Aufzeichnung meiner Krankheitsdaten zur Überprüfung an den Auftraggeber, an die zuständigen Überwachungsbehörden oder die zuständige Bundesoberbehörde einverstanden bin.

Ich gestatte hiermit, dass offizielle Vertreter des Auftraggebers dieser Prüfung unter Wahrung der ihnen auferlegten Schweigepflicht Einblick in meine personenbezogenen Krankenakten am Ort der klinischen Prüfung nehmen können. Dies geschieht, um zu gewährleisten, dass alle studienbezogenen Daten korrekt und vollständig erfasst worden sind.

Schließlich erkläre ich auch mein Einverständnis für die wissenschaftliche Veröffentlichung der Forschungsergebnisse unter Beachtung der datenschutzrechtlichen Bestimmungen.

Ich habe eine Kopie der Patienteninformation und dieser Einwilligungserklärung erhalten. Ich erkläre hiermit meine freiwillige Teilnahme an dieser klinischen Studie.

Ort und Datum

Unterschrift des Patienten

11. Bitte markieren Sie auf der Skala, wie Sie Ihre Schmerzen vor und nach der Verletzung / Operation einschätzen? (0 = keine Schmerzen, 10= schwerste Schmerzen)

vor der Verletzung	0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10
mit Implantat	0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10
aktuell	0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10

12. Bitte markieren Sie auf der Skala, wie Sie Ihre Einschränkungen im täglichen Leben vor und nach der Verletzung/Operation einschätzen? (0 = keine Schmerzen, 10= schwerste Schmerzen)

vor der Verletzung	0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10
mit Implantat	0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10
aktuell	0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10

13. Haben Sie Schmerzen oder Versteifungen im Bereich der Schulter?

- ☐ keine Schmerzen, keine Versteifungen
- ☐ Schmerz und Versteifungen bei übermäßiger Bewegung oder Wetterveränderung
- ☐ Schmerz und Versteifung bei normaler Bewegung
- ☐ Schmerz und Versteifung in Ruhe

14. Nehmen Sie auf Grund der Schulterverletzung Schmerzmittel ein?

- ☐ nein
- ☐ gelegentlich
- ☐ ständig

15. Wie stark sind Sie im täglichen Arbeitsleben durch Ihre Schulterbeschwerden eingeschränkt?

- ☐ vollständig
- ☐ zu mehr als der Hälfte
- ☐ zur Hälfte
- ☐ zu weniger als der Hälfte
- ☐ gar nicht

16. Können Sie Sport- und Freizeitaktivitäten ohne Einschränkung nachgehen?

- ☐ vollständig
- ☐ zu mehr als der Hälfte
- ☐ zur Hälfte
- ☐ zu weniger als der Hälfte
- ☐ gar nicht

17. Mussten Sie auf Grund der Schulterverletzung einen Sport aufgeben?

- ☐ nein
- ☐ ja, einen Leistungssport – welchen?
- ☐ ja, einen Freizeitsport – welchen?

18. Was für Sport treiben Sie und wie häufig (pro Woche)?

.....

.....

19. Haben Sie auf Grund der Schulterverletzung Schlafbeschwerden?

- ☐ keine
- ☐ zeitweilig
- ☐ dauernd

20. Bis zu welcher Höhe können Sie auf der verletzten Seite ohne Probleme arbeiten?

- ☐ Gürtellinie
- ☐ Brustbein
- ☐ Hals
- ☐ Kopf
- ☐ über Kopf

21. Wie beurteilen Sie heute das Ergebnis der OP?

- ☐ sehr gut
- ☐ gut
- ☐ zufriedenstellend
- ☐ ausreichend
- ☐ schlecht

22. Bitte Schätzen sie Ihre momentanen Fähigkeiten bei folgenden Tätigkeiten ein:

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
Ein neues oder fest verschlossenes Glas öffnen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schreiben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einen Schlüssel umdrehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eine Mahlzeit zubereiten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eine schwere Tür aufstoßen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einen Gegenstand über Kopfhöhe aufs Regal stellen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Schwere Hausarbeiten (bsp. Boden putzen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Garten- und Hofarbeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Betten machen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eine Einkaufstasche oder Aktenkoffer tragen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ihre Haare waschen oder föhnen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Ihren Rücken waschen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Einen Pullover anziehen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Ein Messer benutzen um Lebensmittel zu schneiden | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Freizeitaktivitäten, die wenig körperlich anstrengend sind (bsp. Karten spielen) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Freizeitaktivitäten bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck und Stoß ausgeübt wird (bsp. Golf, Hämmern, Tennis) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Freizeitaktivitäten bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (bsp. Badminton, Frisbee) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| mit Fortbewegungsmitteln zurecht kommen (um von einem zum anderen Platz zu kommen) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Sexuelle Aktivität | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
23. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulterprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen beeinträchtigt?
- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
24. Sind Sie durch Ihre Schulterprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Arbeiten eingeschränkt?
- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
25. Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden ein:
- | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Schmerzen während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Steifheit in Schulter, Arm oder Hand | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
26. Wie groß sind Ihre Schlafstörungen auf Grund von Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand?
- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
27. Aufgrund meiner Probleme im Schulterbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann.
- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

ANHANG 5**ANAMNESEBOGEN**

Name: _____	Termin: _____
Geb.-Datum: _____	Adresse: _____
Geschlecht: m / w _____	Telefon: _____
RöBild: _____	

OP: ☐ Hakenplatte
 ☐ Zuggurtung

Datum 1. OP _____ Entlassung: _____
 ME _____ Entlassung: _____

OP-Seite: ☐ rechts ☐ links

OP-Zeit: 1. OP _____ ME _____

Komplikationen: _____

Unfallzeitpunkt und -mechanismus: _____

Röntgenbild :

		Luxat. um ...				
		Klavikelbreite	Subluxation	Expansion	Ossifikationen	Osteolysen
präop.	li. B _____ H _____ CC _____		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	re. B _____ H _____ CC _____		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
postop.	li. B _____ H _____ CC _____		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	re. B _____ H _____ CC _____		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nach ME	li. B _____ H _____ CC _____		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	re. B _____ H _____ CC _____		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Untersuchung

	li Seite	re Seite
1. Schulterstand		
- Schultergradstand		
- Hochstand		
- Tiefstand		
2. kosmetisches Resultat	<input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> schlecht	Narbenlänge: _____
3. Stufenbildung	ja / nein	ja / nein
Klaviertastenphänomen	ja / nein	ja / nein
Muskelatrophie	ja / nein	ja / nein
Gelenk Druckschmerzhaft	ja / nein	ja / nein
4. Krepitationen	ja / nein	ja / nein

	li Seite	re Seite
5. Schürzengriff Handrücken bis		
- Trochanter major		
- Glutealregion		
- LWS / Sacrum		
- L3 (Gürtellinie)		
- Th 12		
- Interskapularregion		
6. Nackengriff Hand an Hinterkopf		
- Ellenbogen vorn		
- Ellenbogen seitlich		
Hand auf Scheitel		
- Ellenbogen vorn		
- Ellenbogen seitlich		
- Nackengriff bis Th3/4		
7. Starterschmerz	ja /nein	ja/nein
schmerzhafter Bogen „painful arc“	ja /nein	
Apprehensionstest	pos /neg	pos / neg
8. Bewegungsausmaße:	li Seite	re Seite
Ante-/Retroversion (150-170/0/40°)	_____	
Abduktion/Adduktion (20-40/0/180°)	_____	
Innen/Außenrotation (in Adduktion, 95/0/40-60°)	_____	
(in 90° Abduktion, 70/0/70°)	_____	
<p>→ aktive Gelenkfunktion: uneingeschränkt / eingeschränkt</p> <p>passive Gelenkfunktion: uneingeschränkt / eingeschränkt</p>		
9. Kraftmessung:	_____	
10. Taft objektiver Kraft- und Bewegungsumfang		
- nichts ist beeinträchtigt		
- Kraft oder Beweglichkeit sind um weniger		
als 1/3 vermindert		
- Ein Faktor ist um 1/3 – 2/3 vermindert		
- Ein Faktor ist um mehr als 2/3 vermindert		
- Ein Faktor ist um mehr als 2/3 vermindert		
oder beide Faktoren sind um mehr als 1/3 vermindert		
11. subjektive Zeit bis vollständige Rekonvaleszenz:	_____	
12. Physiotherapie:	_____	
13. Befinden mit HP:		

ANHANG 6**BEWERTUNGSSCORE NACH CONSTANT UND MURLEY (1987)**

Schmerz		Punkte	Kraft	bis 25 Punkte (pro kg 2 Punkte)
keiner		15		
gering		10		
mäßig		5		
stark		0		

Aktivitäten des täglichen Lebens

Arbeitsfähigkeit		Sport- und Freizeitaktivitäten	
vollständig möglich	4	vollständig möglich	4
zu mehr als der Hälfte	3	zu mehr als der Hälfte	3
zur Hälfte	2	zur Hälfte	2
zu weniger als der Hälfte	1	zu weniger als der Hälfte	1
gar nicht	0	gar nicht	0

Schlaf		Höhe bis zu der ohne Probleme gearbeitet werden kann:	
keine Schlafunterbrechung	2	Gürtellinie	10
zeitweilige Schlafunterbr.	1	Brustbein	8
dauernde Schlafstörung	0	Hals	6
		Scheitel	4
		über Kopf	2

Bewegungsumfang

Abduktion		Anteversion	
151 – 180°	10	151 – 180°	10
121 – 150°	8	121 – 150°	8
91 – 120°	6	91 – 120°	6
61 – 90°	4	61 – 90°	4
31 – 60°	2	31 – 60°	2
< 30°	0	< 30°	0

Innenrotation		Außenrotation	
Handrücken bis:		Hand am Hinterkopf und	
Interskapularregion	10	Ellbogen vorn	+ 2
Th 12	8	Ellbogen seitlich	+ 2
L3 (Gürtellinie)	6		
LWS/ Sacrum	4	Hand auf Scheitel und	
Glutealregion	2	Ellbogen vor	+ 2
Trochanter major	0	Ellbogen seitlich	+ 2
		Nackengriff bis Th3/4	+ 2

Wertung: sehr gut 100 - 75 Punkte
gut 74 - 50 Punkte

zufriedenstellend 49 - 25 Punkte
schlecht 24 - 0 Punkte

ANHANG 7

BEWERTUNGSSCORE NACH DASH

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
Ein neues oder fest verschlossenes Glas öffnen	5	4	3	2	1
Schreiben	5	4	3	2	1
Einen Schlüssel umdrehen	5	4	3	2	1
Eine Mahlzeit zubereiten	5	4	3	2	1
Eine schwere Tür aufstoßen	5	4	3	2	1
Einen Gegenstand über Kopfhöhe aufs Regal stellen	5	4	3	2	1
Schwere Hausarbeiten (bsp. Boden putzen)	5	4	3	2	1
Garten- und Hofarbeit	5	4	3	2	1
Betten machen	5	4	3	2	1
Eine Einkaufstasche oder Aktenkoffer tragen	5	4	3	2	1
Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	5	4	3	2	1
Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	5	4	3	2	1
Ihre Haare waschen oder föhnen	5	4	3	2	1
Ihren Rücken waschen	5	4	3	2	1
Einen Pullover anziehen	5	4	3	2	1
Ein Messer benutzen um Lebensmittel zu schneiden	5	4	3	2	1
Freizeitaktivitäten, die wenig körperlich anstrengend sind (bsp. Karten spielen)	5	4	3	2	1
Freizeitaktivitäten bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck und Stoß ausgeübt wird (bsp. Golf, Hämmern, Tennis)	5	4	3	2	1
Freizeitaktivitäten bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (bsp. Badminton, Frisbee)	5	4	3	2	1
mit Fortbewegungsmitteln zurecht kommen (um von einem zum anderen Platz zu kommen)	5	4	3	2	1
Sexuelle Aktivität	5	4	3	2	1

In welchem Ausmaß haben Ihre Schulterprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen beeinträchtigt?

5 4 3 2 1

Sind Sie durch Ihre Schulterprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Arbeiten eingeschränkt?

5 4 3 2 1

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden ein:

Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	5	4	3	2	1
Schmerzen während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	5	4	3	2	1
Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	5	4	3	2	1

Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	5	4	3	2	1
Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	5	4	3	2	1

Wie groß sind Ihre Schlafstörungen auf Grund von Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand?

Aufgrund meiner Probleme im Schulterbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann.

5 4 3 2 1

Resultat:

$$\text{DASH Punktwert} = \frac{\text{Gesamtpunktzahl} - 30 \text{ (Minimalpunktzahl)}}{1,20 \text{ (Bandbreite)}}$$

Wertung:

Optimal Funktion	0 Punkte
Maximale Behinderung	100 Punkte

ANHANG 8**BEWERTUNGSSCORE NACH TAFT ET AL. (1987)****Subjektiver Teil**

Patientenangabe zu Schmerzen oder Versteifung im Bereich der Schulter:

	Punkte
Kein Schmerzen oder Versteifung	4
Schmerzen bei starker Belastung oder Wetterveränderungen	3
Beschwerden bei alltäglicher Belastung	2
Ruheschmerz	1

Objektiver Teil

Kraft und Bewegungsumfang im Vergleich zu Gegenseite:

Seitengleich	4
Entweder Kraft oder Beweglichkeit ist um weniger als 1/3 vermindert	3
Ein Faktor ist um 1/3 bis 2/3 beeinträchtigt	2
Ein Faktor ist um mehr als 2/3 vermindert oder beide Kriterien sind um mehr als 1/3 beeinträchtigt	1

Punktabzug erfolgt für:

Gelenkinstabilität	- 1
Krepitation	- 1
schlechtes kosmetisches Resultat	- 1

Radiologische Einschätzung

Grad der Fehlstellung des Akromioklavikulargelenkes und Vorhandensein von posttraumatischen degenerativen Veränderungen:

Normale erscheinendes AC-Gelenk	4
Gelenk in Subluxationsstellung	3
Disloziertes Gelenk	2
Zeichen posttraumatischer Arthrose	1

Wertung:

sehr gut	12 Punkte
gut	10 / 11 Punkte
zufriedenstellend	7 - 8 Punkte
schlecht	≤ 6 Punkte

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Hippokrates	1
Abbildung 2:	Anatomie des Akromioklavikulargelenkes	3
Abbildung 3:	Typischer Verletzungsmechanismus mit Sturz auf die Schulter bei adduzierten Arm	5
Abbildung 4:	Klassifikation der akuten AC-Gelenksprengung nach Tossy	6
Abbildung 5:	Klassifikation der akuten AC-Gelenksprengungen nach Rockwood	8
Abbildung 6:	AC-Gelenksprengung links (Typ Rockwood V), Patient steht. Hochstand der Klavikula und Vergrößerung des korakoklavikulären Abstandes um > 100 % im Vergleich zur Gegenseite, Panoramaaufnahme beider Schultern im anteroposterioren (a.p.) Strahlengang	8
Abbildung 7:	Schematik der Röntgenaufnahme nach Zanka	12
Abbildung 8:	Röntgenaufnahme nach Zanka, intaktes AC-Gelenk rechts	12
Abbildung 9:	Laterale Y-Projektion der Skapula nach operativer Versorgung einer ACG-Läsion rechts	13
Abbildung 10:	Gilchristverband	15
Abbildung 11:	Rockwood V-Verletzung des rechten Schultergelenkes bei einer 30-jährigen Patientin vor (Abb. a) und nach (Abb. b) operativer Versorgung mit PDS-Cerclage. Panoramaaufnahme beider Schultern im a.p.-Strahlengang.	16
Abbildung 12:	Transartikuläre Fixation mit zwei Kirschnerdrähten (links) und Kirschnerdrahtfixation mit Zuggurtungsosteosynthese (rechts)	17
Abbildung 13:	Röntgenaufnahme nach operativer Versorgung einer ACG-Sprengung mit Hakenplattenosteosynthese (Schulter rechts), korrekter Sitz des Hakens unter dem Akromion	18
Abbildung 14:	Stabilisierung mit PDS-Kordel	18
Abbildung 15:	OP-Verfahren nach Bosworth	19
Abbildung 16:	Semitendinosusplastik	20
Abbildung 17:	Double-Tight-Rope-Technik, Einführung des Devices mit Zielgerät (links) und Situation postoperativ (rechts)	20
Abbildung 18:	Operation nach Weaver und Dunn	21
Abbildung 19:	Schematischer Studienablauf	26
Abbildung 20:	Darstellung der Messgrößen am Röntgenbild, roter Pfeil: korakoklavikulärer Abstand, grüne Pfeilspitzen: akromioklavikulärer Abstand	28
Abbildung 21:	Prozentuale Seitenverteilung der AC-Gelenkverletzung im nachuntersuchten Patientenkollektiv	36
Abbildung 22:	Unfallursachen im nachuntersuchten Patientenkollektiv	37
Abbildung 23:	Durchschnittliche Operationszeit (in min) für die Versorgung einer AC-Gelenksprengung im PDS-K-Kollektiv mit Zuggurtungsosteosynthese, im HP-Kollektiv mit Hakenplattenosteosynthese und für die Implantatentfernung der Hakenplatte	38

Abbildung 24:	Durchschnittliche stationäre Liegezeit nach Versorgung im PDS-K-Kollektiv, im HP-Kollektiv und nach Implantatentfernung der Hakenplatte	38
Abbildung 25:	Korakoklavikuläre Distanz zur abschließenden Nachuntersuchung als prozentuale Angabe im Vergleich zur unverletzten Gegenseite (n=47 Patienten, Schultern mit vollständiger Relaxation gingen in die Berechnung des korakoklavikulären Abstandes nicht mit ein)	40
Abbildung 26a-d:	Fall eines 37-jährigen Mannes, der beim Fußballspielen stürzte und sich eine AC-Gelenksprengung vom Typ Rockwood V zuzog. Die operative Versorgung erfolgte mittels PDS-Zuggurtungsosteosynthese. 40 Monate postoperativ zeigte sich eine gute Stellung im AC-Gelenk.	41
Abbildung 27a-f:	Fall eines 27-jährigen Mannes, der sich nach einem Fahrradsturz eine AC-Gelenksprengung vom Typ Rockwood V zuzog, welche mittels Hakenplattenosteosynthese versorgt wurde. Die intraoperativen Bilder zeigten eine regelrechte Lage der Hakenplatte. Nach der Implantatentfernung der Hakenplatte zeigte sich eine anatomische Einstellung der Strukturen im AC-Gelenk. Diese konnte 12 Monate postoperativ gehalten werden.	42
Abbildung 28:	AC-Gelenkathrose nach operativer Versorgung einer AC-Gelenksprengung mit PDS-Augmentation	43
Abbildung 29a-d:	Röntgenaufnahme nach AC-Gelenksprengung und Hakenplattenosteosynthese, im postoperativen Verlauf kam es zu akromialen Osteolysen und einer Redislokation	44
Abbildung 30:	Funktionelle Fähigkeiten der Patienten, den Schürzengriff auszuführen und Höhe, bis zu der dieser möglich ist (in %)	47
Abbildung 31:	Schulterstand der operierten Seite in den Patientenkollektiven, prozentuelle Angabe	48
Abbildung 32:	Höhe, bis zu der problemlos gearbeitet werden kann, prozentuelle Angabe	48
Abbildung 33:	Arbeitsunfähigkeit nach PDS-Augmentation und Hakenplattenosteosynthese (numerische Angabe in Wochen)	54
Abbildung 34:	Angabe der Patienten zu der Frage, ob Freizeitsport postoperativ wieder ohne Einschränkungen nachgegangen werden kann (numerische Angabe)	54
Abbildung 35:	Schlafbeschwerden nach Hakenplattenosteosynthese und PDS-Augmentation, prozentuelle Angabe	56

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Maximales Bewegungsausmaß nach der Neutral-Null-Methode	29
Tabelle 2:	Bewertung nach dem Constant-Murley-Score	31
Tabelle 3:	Bewertung nach dem Taft-Score	32
Tabelle 4:	Korakoklavikuläre Distanz (im Vergleich zur gesunden Schulter) direkt postoperativ und zur abschließenden Nachuntersuchung (durchschnittlich 2,7 Jahre nach Verletzung)	39
Tabelle 5:	Gelenkstellung im Kontrollröntgenbild zur abschließenden Nachuntersuchung	40
Tabelle 6:	Ergebnisse der radiologischen Auswertung: AC-Gelenkarthrosen, akromiale Ostolysen und die radiologische Stellung des betroffenen Gelenkes	45
Tabelle 7:	Postoperatives Bewegungsausmaß, dargestellt anhand der in der Neutral-Null-Methode gemessenen Abduktion und Anteversion (absolute Zahlen, Angabe in Grad, volle Beweglichkeit entspricht 180°), funktioneller Teil des Constant-Murley-Scores (absolute Zahlen, jeweils 10 Punkte können für Abduktion, Anteversion, Innenrotation und Außenrotation erreicht werden, max. 40 Punkte)	46
Tabelle 8:	Subjektives Empfinden der Patienten an der operierten Schulter vermehrt unter Schultersteife, Schwächegefühl, Kribbeln oder Krepitationen zu leiden	49
Tabelle 9:	Angabe zum Schmerz nach Versorgung mit Hakenplattenosteosynthese und PDS-Augmentation	50
Tabelle 10:	Schmerzen bei Aktivitäten im täglichen Leben, subjektiv bewertet anhand einer von 0 (kein) bis 10 (maximal vorstellbarer Schmerz), nummerierten Skala	51
Tabelle 11:	Constant-Murley-Score, Ergebnisse der einzelnen Kategorien und Gesamtergebnis in Punkten	52
Tabelle 12:	Ergebnisse im DASH-Score in Punkten (0 Punkte optimale Funktion, 100 Punkte maximale Behinderung)	52
Tabelle 13:	Taft-Score, Ergebnisse der einzelnen Kategorien und Gesamtergebnis in Punkten	53
Tabelle 14:	Beeinträchtigung bei Aktivitäten im täglichen Leben, subjektiv bewertet anhand einer von 0 (keine) bis 10 (maximal vorstellbare Beeinträchtigung) nummerierten Skala	55
Tabelle 15:	Ergebnisse der Frage, inwieweit der Patient alltägliche Aktivitäten wie schreiben, die Arbeit im Garten und das Anziehen eines Pullovers ausführen kann (1 = keine Schwierigkeiten, ... 5 = nicht möglich)	55
Tabelle 16:	Beurteilung der Therapiezufriedenheit nach Hakenplattenosteosynthese und PDS-Augmentation (Angabe in Schulnoten von 1(sehr gut) bis 5 (schlecht))	57

Erklärung

Ich erkläre, das ich die vorliegende Dissertationsschrift selbständig und ohne Hilfe Dritter verfasst, keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die aus den verwendeten Werken entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.